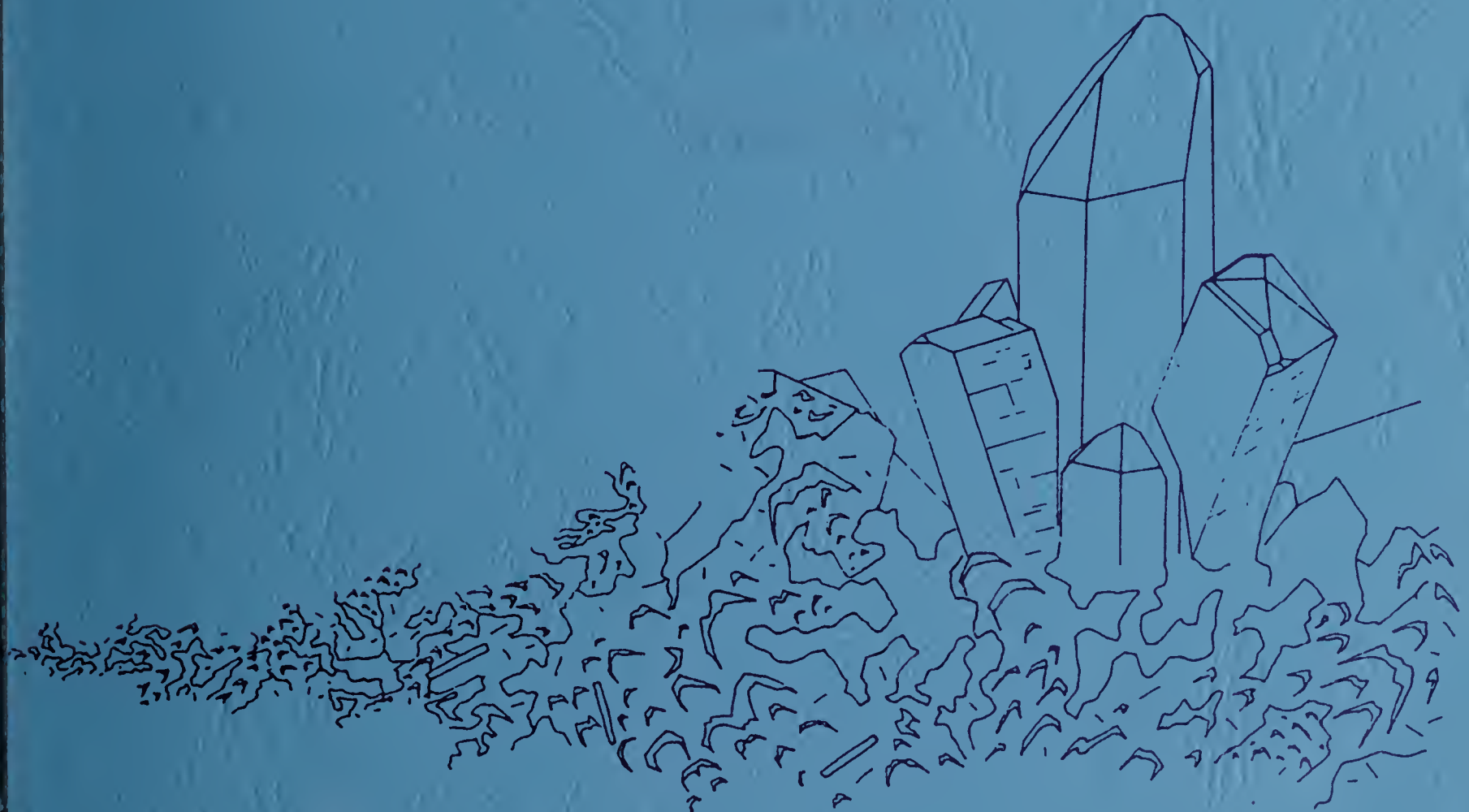
MEMORIE

della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXX - Fascicolo I

MINERALOGY AND PETROLOGY OF SHALLOW DEPTH PEGMATITES

Papers from the First International Workshop

Edited by
FEDERICO PEZZOTTA

MILANO 29 SETTEMBRE 2000

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - CORNALIA E., 1865 - Descrizione di una nuova specie del genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - MAGNI-GRIFFI F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - GASTALDI B.. 1865 - Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - SEGUENZA G., 1865 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp., 8 tavv.*
V - GIBELLI G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria*. *16 pp., 1 tav.*
VI - BEGGIATO F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino. *10 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I.,1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - TARGIONI-TOZZETTI A. 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centrale *(Luciola italica)* e come le fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - MAGGI L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - CORNALIA E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - ISSEL A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa. *38 pp.*
II - GENTILLI A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac de Come. *12 pp., 8 tavv.*
III - MOLON F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'ACHIARDI A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - COCCHI I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - SEGUENZA G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - GAROVAGLIO S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp. 1 tav.*
IX - SEGUENZA G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - DÜRER B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como. ecc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - EMERY C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii*. *16 pp., 1 tav.*
II - GAROVAGLIO S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - TARGIONI-TOZZETTI A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - CLAPARÈDE E. R. e PANCERI P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - GAROVAGLIO S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'ACHIARDI A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi venete. Parte 11. 32 *pp. 8 tavv.*
II - GAROVAGLIO S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - MARINONI C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - MARINONI C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - MARTORELLI G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - DE ALESSANDRI G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - MARTORELLI G. 1898 - Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - PAVESI P., 1901- L'abbate Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - DE ALESSANDRI G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - REPOSSI E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - REPOSSI E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - AIRAGHI C., 1917 - Sui molari d'elefante delle alluvioni lombarde, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - BEZZI M. 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - SERA G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - DE BEAUX O. e FESTA E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale. *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - DESIO A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - SCORTECCI G., 1937 - Gli organi di senso della pelle degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - SCORTECCI G., 1941- I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - GUIGILIA D., 1944 - Gli Sfecidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - GIACOMINI V. e PIGNATTI S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - VIALLI V., 1956 - Sul rinoceronte e l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - VENZO S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta.*
III - VIALLI V., 1959 - Ammoniti sinemuriane del Monte Albenza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

MINERALOGY AND PETROLOGY OF SHALLOW DEPTH PEGMATITES

Papers of the First International Workshop

edited by

Federico Pezzotta

Mineralogy Section of Museo Civico di Storia Naturale of Milan

Volume XXX - Fascicolo I

29 settembre 2000

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

FOREWORD

For the first time in Italy, in September 11 to 13, 1997, an international meeting dedicated to the petrology and mineralogy of pegmatic rocks, with title "Petrology, rare minerals and gemstones of shallow - depth pegmatites", was organized in the Museo Civico di Storia Naturale of Milan. The meeting was dedicated to Ettore Artini (1866-1928), excellent mineralogist and petrologist, former curator of Mineralogy (1893-1912) and Director (1912-1928) of the Museo Civico di Storia Naturale of Milan.

This volume contains papers presented at the Conference. I thank heartily the invited speakers, and the other authors for having prepared the manuscripts. All papers were submitted to the normal refereeing procedures of Memorie. A special thank is to Dr. Paolo Arduini curator of Vertebrate Paleofitology of the Museo Civico di Storia Naturale, for having collaborated to the organization of the Meeting, and in particular for having recovered the necessary financial support.

This Conference "Petrology, rare minerals and gemstones of shallow - depth pegmatites" was organized by the Museo di Storia Naturale of Milan, with the collaboration of Società Italiana di Mineralogia e Petrografia. The Conference was integrated with an exhibition of the minerals of the localities of Baveno and Cuasso al Monte, of the historic collections of the Museum.

The field trip program consisted of two excursions of two days. The first one, on September 9-10, organized by Museo Civico di Storia Naturale of Milan in collaboration with Centro Studi per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, of the C.N.R., had title "The contaminated pegmatites of the Sissone Valley". This excursion allowed the visit of a swarm of pegmatitic dikes related with the Masino-Bregaglia Alpine pluton and hosted in carbonatic marbles. The second excursion, on September 14-15, had title "The mineralogy of the pegmatitic miarolitic cavities of the Baveno pink granite, of the Montorfano granitic stock and of the Cuasso al Monte granophyre". During the excursion it was possible to observe in many quarries and natural outcrops the miaroltic cavities and a number of aplitic and pegmatitic veins typical of these post-Hercynian granitoids.

The papers presented in this volume were submitted in September-October 1997, and were accepted in October 1998.

Federico Pezzotta

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 5-12, 2000

Constitution, petrology, affiliations and categories of miarolitic pegmatites

Petr Černý*

Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada R3T 2N2

Abstract - Miarolitic cavities form in late stages of primary solidification of granitic pegmatites, and mainly in those which are geochemically evolved. Miarolitic vugs are encountered in facial pegmatitic pods and crosscutting pegmatite dikes interior to their granitic parents, commonly accumulated upwards, and in dikes emplaced into the metamorphic envelope of parent plutons. Within individual pegmatites, the miarolitic vugs are centrally located, or in the upper parts of the pegmatite bodies. Early (i) lining of the cavities consists of euhedral crystals which terminate concentric aggregates of rock-forming magmatic minerals, coarsening toward the open space and exhibiting prominent textural and mineral zoning. Subsequent (ii) coating of the lining is formed by a variety of rare-element minerals (Li, Cs, Be, Y, REE, Sn, Ti, Nb, Ta, Sb), commonly with significant contents of volatile components (F, B, P, H_2O), deposited from a supercrutical fluid which frequently corroded the lining. The last generation of vug-coating or -filling minerals consists of (iii) low-temperature hydrothermal minerals, in part formed at the expense of earlier phases and from components leached out from broader vicinity of the cavities; micaceous and clay minerals are typical, but low-temperature phases with Li, Be, Y, REE, Ti and P also are found.

Miarolitic cavities form by exsolution of a hydrous supercritical fluid phase from pegmatite melt, whenever it becomes volatile-oversaturated in (usually) late stages of its consolidation. Build-up of the exsolved fluid within the pegmatite is a prerequisite, but commonly hindered by escape of the fluid into the host rocks. Exsolution is triggered by (i) vapor saturation during the progress of more or less isobaric magma crystallization, or by (ii) reduction of pressure in shallow-intruded pegmatites, or by (iii) massive stabilization of minerals containing components which enhance solubility of water (B, P, F, Li). Whereas (i) can generally operate in any pegmatite, independent of any special set of conditions, the pressure quench (ii) is operating mainly in pegmatites of the subaluminous, A-type NYF family, and the chemical quench (iii) is typical of (in part deeper-seated) pegmatites of the peraluminous, S-type LCT family. Collaboration of pressure and chemical quenches is probable in shallow-seated LCT pegmatites. Shattering of the vug-coating crystals is encountered in pegmatite populations in which pressure of the exsolved fluid ruptured the enclosing pegmatite and explosively escaped; however, subsequent implosion could also have participated. Extensive leaching and corrosion of the cavity-lining and -coating minerals indicates prominent variations in the chemistry of the vug fluid.

Recent data on the conditions of formation and solidification of the miarolitic pegmatites, in conjunction with better understanding of other pegmatite categories, indicate a need to reconsider the classification systematics of granitic pegmatites.

Riassunto - Le cavità miarolitiche si formano negli stadi più tardivi della solidificazione delle pegmatiti granitiche, ed in maggior misura in quelle geochimicamente evolute. Cavità miarolitiche sono presenti entro ammassi e filoni pegmatitici formatisi entro il magma parentale, frequentemente concentrati nelle parti più superficiali dei plutoni, ed entro filoni messisi in posto nelle rocce dell'aureola metamorfica attorno alle masse intrusive dalle quali si sono originati. Entro i filoni pegmatitici le cavità miarolitiche sono presenti nelle porzioni centrali, oppure nelle porzioni superiori. Le cavità sono rivestite nelle fasi più precoci della loro formazione (i) da cristalli idiomorfi di minerali costituenti fondamentali della roccia magmatica. Tali cristalli non sono altro che le terminazioni di aggregati concentrici di cristalli caratterizzati da grana più grossa avvicinandosi alle cavità e da evidenti zonature tessiturali e mineralogiche. Nelle fasi più tardive della formazione (ii) i cristalli precedentemente formatisi vengono ricoperti da una varietà di minerali contenenti elementi rari (Li, Cs, Be, Y, REE, Sn, Ti, Nb, Ta, Sb), frequentemente con significativi contenuti di componenti volatili (F, B, P, H_2O), depositatisi da un fluido supercritico in grado frequentemente di corrodere i cristalli di minerali formatisi più precocemente. L'ultima generazione di minerali (iii), i quali ricoprono o riempiono completamente le cavità, si forma da soluzioni idrotermali di bassa temperatura. Tali minerali si formano in parte a spese di fasi precedentemente cristallizzatesi entro le cavità o nelle immediate vicinanze delle stesse. Di questo stadio sono tipici i minerali micacei e le argille, ma si possono anche formare minerali contenenti Li, Be, Y, REE, Ti e P.

Le cavità miaroltiche si formano per essoluzione di una fase fluida acquosa supercritica da un fuso pegmatitico, allorché diventa supersaturo in volatili durante (solitamente) gli stadi più tardivi della solidificazione. Per la formazione di cavità miarolitiche l'essoluzione di fluidi è un prerequisito, anche se comunemente i fludi, al posto di concentrarsi a dare cavità, sfuggono nelle rocce incassanti i filoni. L'essoluzione di fluidi è favorita da (i) saturazione durante la cristallizzazione più o meno isobarica del magma, (ii) dalla riduzione di pressione in pegmatiti intrusesi a bassa pressione, (iii) dalla raggiunta stabilità di minerali contenenti elementi in grado di aumentare la solubilità dell'acqua nel fuso pegmatitico (B, P, F, Li). Sebbene (i) la diminuzione di pressione possa operare in qualunque pegmatite, indipendentemente da qualunque condizione, questa (ii) è responsabile della formazione di cavità soprattutto nelle pegmatiti suballuminose, della famiglia A-type NYF. I fattori chimici (iii) sono responsabili della formazione di cavità in pegmatiti perallumminose (talvolta anche di maggiore profondità), della famiglia S-type LCT. Il contributo combinato di fattori barici e fattori chimici nella formazione di cavità è probabile nelle pegmatiti LCT intrusesi a bassa profondità. Frantumazioni dei cristalli sono osservabili in popolazioni di pegmatiti nella quali la pressione dei fluidi essoluti è stata tale da fratturare le pegmatiti e sfuggire in modo esplosivo; tuttavia, una successiva implosione potrebbe a sua volta provocare ulteriori frantumazioni. Abbondanti dissoluzioni e corrosioni dei minerali che ricoprono le cavità indicano significative variazioni della composizione chimica dei fluidi nelle geodi.

* E-mail: p_cerny@umanitoba.ca

Dati recenti sulle condizioni di formazione e solidificazione delle pegmatiti miarolitiche, insieme ad una migliore comprensione delle altre categorie di pegmatiti, indicano la necessità di riconsiderare la sistematica classificativa delle pegmatiti granitiche.

Key words: granitic pegmatite, fluid exsolution, miarolitic cavity, igneous petrology, classification.

Introduction

(Submitted Octobre 1997, accepted as amended Octobre 1998, published 2000).

Miarolitic pegmatites *sensu lato* are pegmatites which *characteristically* contain open cavities formed during the final stages of *primary* pegmatite consolidation. The italics emphasize three principal features of these pegmatites: (i) their diversity, (ii) a quantitative aspect of the cavity occurrence, and (iii) a genetic aspect of the cavities.

(i) Miarolitic cavities (vugs, pockets) are encountered in all petrogenetic categories of granitic pegmatites, but their abundance is highly variable. Abyssal-class and muscovite-class pegmatites are almost devoid of miarolitic vugs, but they occur with increasing frequency in pegmatites of the rare-element class and particularly in pegmatites of the miarolitic class proper (cf. Černý, 1991a for pegmatite classification, but see comments in the section on "Geologic Classification" below).

(ii) However, an odd pocket here and there in a pegmatite body or a swarm of cogenetic pegmatites does not qualify them for the miarolitic designation. The term should be reserved for pegmatites and pegmatite populations which contain significant numbers of miarolitic vugs (e.g. the Ramona, Pala and Mesa Grande districts of southern California - Foord, 1976, 1977, Shigley *et al.*, 1986, Foord *et al.* 1989 and the Lake George intrusive center, Harris Park, Wigwam Creek and other areas in the Pikes Peak batholith, Colorado - Foord, 1982), relative to their cavity-poor to cavity-free counterparts (e.g., the Winnipeg River district of southeastern Manitoba - Černý *et al.*, 1981, and the South Platte district in the Pikes Peak batholith, Colorado - Simmons and Heinrich, 1980, Simmons *et al.*, 1987).

(iii) Miarolitic cavities originate in late stages of consolidation of the host pegmatites, showing a distinct textural and paragenetic evidence of continuity of primary magmatic crystallization from the surrounding massive pegmatite into the walls of the cavities (e.g., Němec, 1992). This is in sharp contrast to secondary cavities formed by dissolution of massive mineral assemblages, triggered by low-temperature fluids which corroded and leached the primary phases and redeposited (some of) their components in the form of hydrothermal assemblages (e.g., Landes, 1925, Černý, 1972).

Distribution of miarolitic cavities

Miarolitic cavities are encountered mainly in two kinds of granitic pegmatites: in facial pegmatitic pods within their parent granites, and in intrusive pegmatite bodies which are interior up to (dominantly) exterior to their plutonic sources.

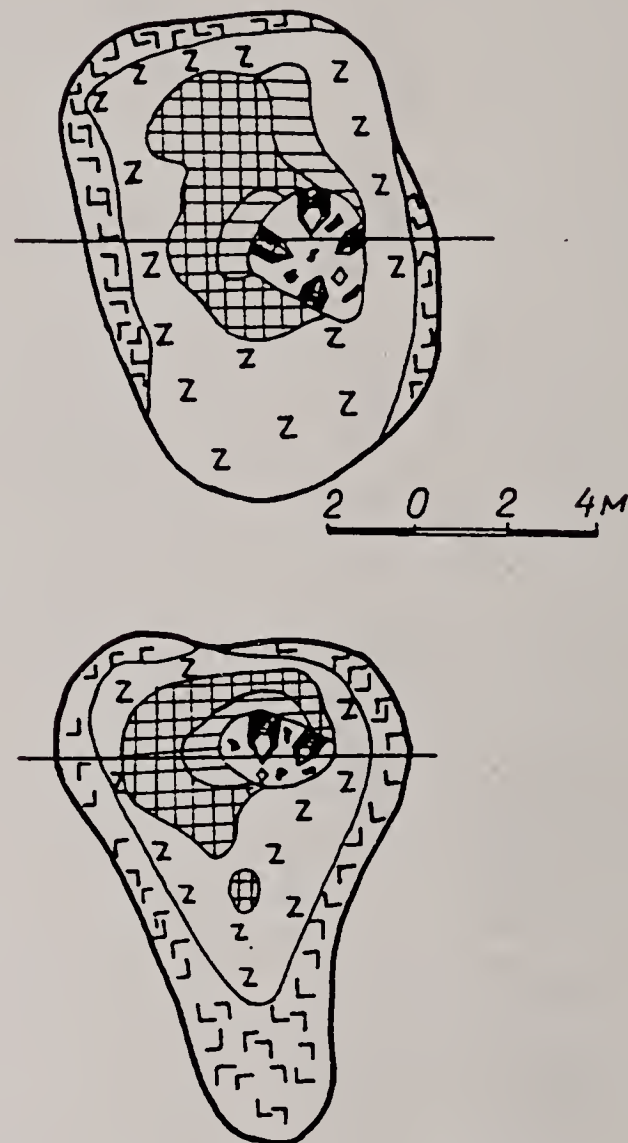



Fig. 1 - Asymmetric miarolitic pegmatite of the Korosten pluton, Ukraine, in plan (top) and vertical section (bottom), with the cavity located in its upper part: L's - graphic granite, z's - coarse graphic to apographic pegmatite, crosshatched - K-feldspar, ruled - quartz (after Lazarenko *et al.*, 1973).

Facial pods of miarolitic pegmatites commonly are concentrated in the cupolas of the host granites. They usually are surrounded by haloes somewhat enriched in mafic phases (predominantly biotite) and they are strongly zoned in terms of mineralogy and texture. Coarse-grained granitic assemblages are followed by a graphic feldspar(s) + quartz zone, coarsening in grain size toward the more-or-less central cavity and transitional into blocky feldspar and quartz in its immediate vicinity (Fig. 1, 2; e.g., Jahns, 1954, Lazarenko *et al.*, 1973).

In dikes and sills of pegmatites which crosscut their granitic parents or their metamorphic envelope, miarolitic vugs are concentrated in late units of primary consolidation of their host pegmatites, such as the blocky core margin (Fig. 3) or lepidolite units. The cavities tend to accumulate in central or upper parts of pegmatite bodies (Fig. 4, 5), although the vertical range of cavity distribution may be quite substantial even in steeply-dipping veins (e.g., Lyckberg and Rosskov, 1997). In quartzo-feldspathic as-

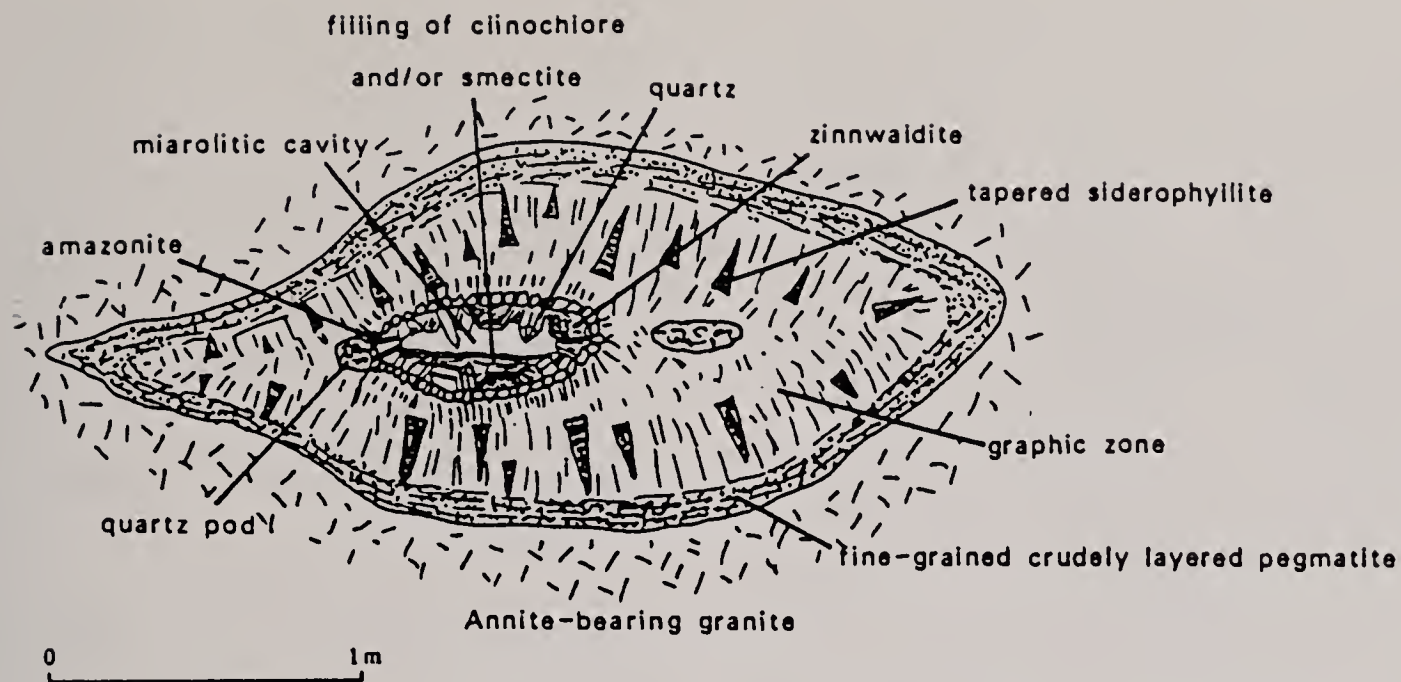



Fig. 2 - Schematic cross-section through a typical concentric miarolitic pegmatite of the subvolcanic portions of the Pikes Peak batholith (from Foord *et al.*, 1995).

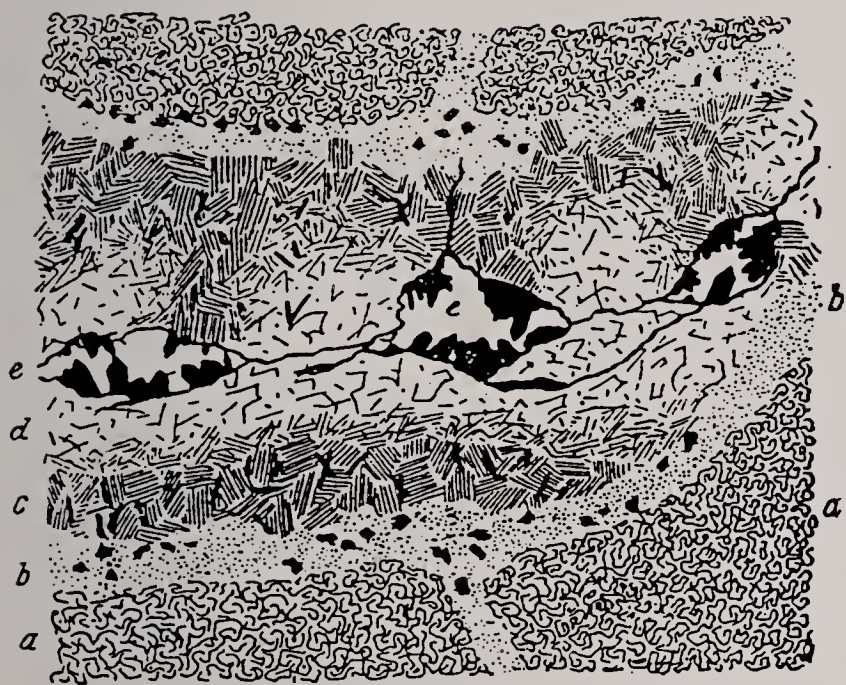



Fig. 3 - Schematic structure of the Mursinka pegmatites, Alabashka region, Ural Mts.: a - granite, b - aplitic zone, c - graphic zone, d - blocky K-feldspar and quartz, e - centrally located miarolitic cavities, in part connected by quartz veinlets (after Fersman, 1960).

Constitution of miarolitic cavities

The mineral paragenesis of the miarolitic cavities proper can be roughly subdivided into three successive assemblages: (i) early minerals constituting the walls of the vugs, (ii) a coating of later minerals deposited on the walls, and (iii) a further low-temperature assemblage covering the preceding phases or filling the remaining space.

(i) The *early minerals lining miarolitic vugs* typically are the rock-forming magmatic phases of the host pegmatite zone, typically K-feldspar, albitic plagioclase, quartz +/- tourmaline, muscovite (but also lepidolite and quartz in late units). The minerals extend their growth from the surrounding massive pegmatite into the open space of cavities, with euhedral terminations. In close vicinity of the vugs, the fabric of the mineral aggregates commonly turns from randomly disoriented to concentric, indicative of a growth pattern oriented toward the open space of the cavity. The grain size strongly tends to increase in the same direction. Graphic intergrowths of feldspar + quartz or schorl + quartz, if present in the massive matrix, rarely extend into the cavity-lining crystals. If they do, they terminate in aggregates of uniformly oriented individuals (Fig. 6; cf. Wahlstrom, 1939, Fersman, 1960). Rare as they are on global scale, such multiple terminations seem to be typical of a given pegmatite population (e.g., Lazarenko *et al.*, 1973).

Fig. 4 - Schematic section of the classic deposit of gem tourmaline at Mount Mica, Maine (from Bastin, 1911).

semblages, the cavities are surrounded by coarse-grained and leucocratic assemblages similar to those encountered in the facial pods described above. However, the presence of graphic textures is much less frequent here, and the outer mafic haloes are virtually absent.

Fig. 5 - Vertical section through a typical asymmetric, layered pegmatite of southern California: the "line rock" at bottom is marked by layers of tourmaline or garnet, and locally also cone-shaped K-feldspar with graphic quartz (M) which is much more abundant in the hanging-wall portion (from Foord, 1976).

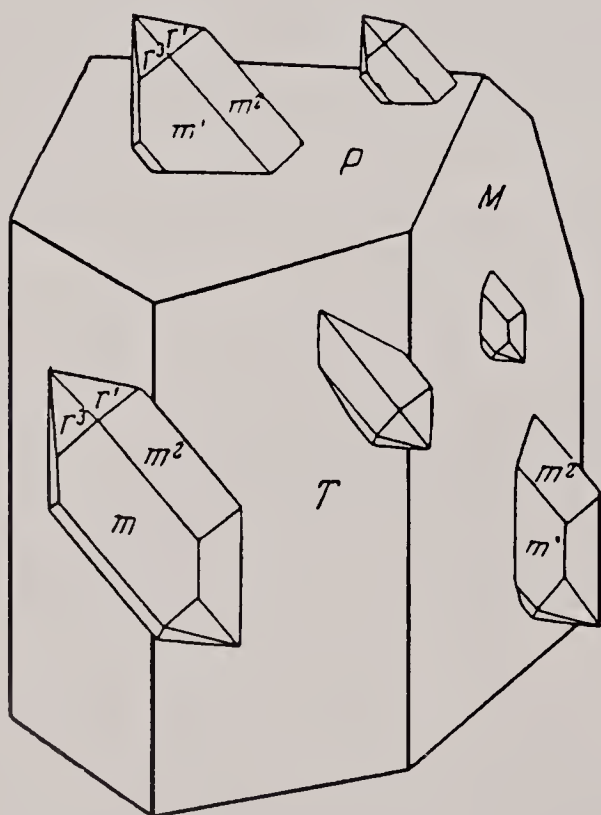



Fig. 6 - Euhedral termination of graphic K-feldspar + quartz intergrowth in the lining of a miarolitic cavity (modified from Fersman, 1960).

(ii) In geochemically evolved pegmatites, the early lining of miarolitic cavities is commonly coated by *minerals of rare and volatile components*, such as beryl, phenakite, spessartine, elbaite, topaz, lepidolite, zinnwaldite, fluorite, danburite, hambergite, fluorapatite, montebrasite, hematite, manganocolumbite, manganotantalite, stibiotantalite, microlite and others, including quartz, albite and adularia (Francis, 1987, Zagorskyi and Peretyazhko, 1992, Wise *et al.*, 1994, Foord *et al.*, 1995, Orlandi and Pezzotta, 1996). In some cases, these minerals form a simple coating on the undisturbed faces of early feldspars and quartz, in others the substrate is distinctly etched or corroded.

(iii) The *last generation* of vug-coating (to vug-filling) minerals usually consists of boromuscovite, cookeite, hydroxyl-herderite, roscherite, carbonate-apatite and other secondary phosphates, micaceous phases, clay minerals, carbonates, goethite and hollandite (e.g., King, 1975, Foord *et al.*, 1986, 1991a). In some pegmatite populations, these phases form at the expense of primary magmatic minerals and coating phases which suffer extensive leaching, particularly in and beneath the bottom parts of the cavities (Fig. 7; Lazarenko *et al.*, 1973, Foord, 1982). Beryl and topaz are found in the leached rocks underlying the cavities at Korosten, Ukraine (Wm.B. Simmons, pers. comm. 1997). Rutile and brookite, zircon, fluorapatite, ilmenite, monazite, cheralite and hematite populate the leached, quartz-depleted vug substrate in pegmatites of the Wausau pluton (Falster, 1981, Martin and Falster, 1986). However, in many cases the substrate and surrounding assemblages show no indication of low-temperature breakdown (Jahns, 1954, Boggs, 1986, 1992).

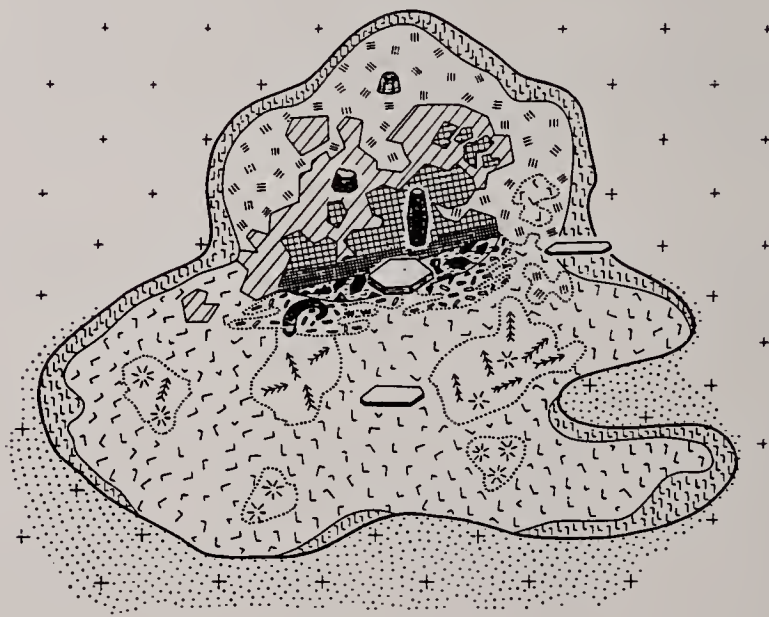



Fig. 7 - Miarolitic pegmatite of the Korosten pluton, Ukraine: crosses - granite, small L's - graphic granite, large L's - coarse graphic to apographic pegmatite, triple dashes - mica-bearing coarse-grained to blocky pegmatite, ruled - blocky K-feldspar, crosshatched - quartz; other symbols - diverse types of mica; dotted area below the pegmatite indicates the extent of leaching (from Lazarenko *et al.*, 1973).

In many miarolitic pegmatites, the distribution of zones surrounding the cavity, the location of the vug, and the minerals lining plus coating the cavity are unevenly distributed in the vertical direction. Despite many exceptions, the pockets tend to be located in the upper parts of the facial pegmatites (Fig. 1), the

distribution of feldspars and quartz may be highly asymmetric (Fig. 7; Lazarenko *et al.* 1973), and the rare-element coating also may be stratified (e.g., Fig. 3 in Stern *et al.*, 1986).

In many pegmatite populations, crystals of feldspars, quartz, tourmaline, beryl or topaz are broken off, or shattered and covering the cavity floor. Etching and corrosion of these fragments is commonly followed by partial regeneration; secondary growth of fibrous tourmaline on the broken surfaces, paralel to the orientation of the fragments is particularly widespread (e.g., Foord, 1976), but many cases also are documented for feldspars, quartz and beryl (e.g., Feklitchev, 1964).

Processes leading to the formation of miarolitic cavities

Miarolitic vugs form in late stages of pegmatite consolidation, in consequence of oversaturation of the residual pegmatite melt by volatile components in general, and by water in particular. Miarolitic cavities do not form if the supercritical aqueous fluid, exsolved in consequence of the oversaturation, can more or less continuously escape from the pegmatite into the host rocks. However, if trapped inside the pegmatite, a segregated "bubble" of the vapor-like fluid becomes the site of a vug.

Three principal mechanisms can promote separation of the aqueous fluid from the pegmatite melt: (i) vapor saturation *via* progress of isobaric magma solidification, (ii) reduction of confining pressure in the ascending pegmatite magma - the classic concept of pressure quench, or (iii) stabilization of minerals which extract melt components facilitating high solubility of water in the magma, namely B, F, P and Li - the chemical quench of London (1987, 1990).

Progressive crystallization of pegmatite-generating magma

Incompatible behavior of volatiles in general, and of water in particular, leads to vapor saturation and exsolution as a consequence of gradual build-up of volatile concentration in progressively crystallizing (and volumetrically shrinking) pegmatite magma. Reaction to undecooling and/or gradually decreasing temperature are the controlling factors, at more or less constant pressure.

This process is omnipresent, as high initial concentration of water (± F, B, Li, P) defines pegmatite melts and enhances their chances of volatile oversaturation. However, this process may also be rather slow, proportional to the rate of pegmatite solidification. Thus the gradually evolving supercritical fluid can, in most cases, gradually escape from pegmatite to the host rocks. That's why miarolitic cavities are absent from most granitic pegmatites, or developed in only negligible numbers and sizes, and why exomorphic haloes in wallrocks are very common, generated by outflow of F,B,CO_2,Li,K-bearing fluids from the consolidating pegmatite bodies.

In contrast to the above, the pressure and chemical quenches are distinctly more productive, as far as formation of miarolitic cavities is concerned.

Reduction of pressure - the pressure quench

This mechanism corresponds in principle to the well-known component of forces driving volcanic extrusions and explosions - exsolution of a gas phase by release of pressure, which reduces the solubility of water in silicate melts. In granite and pegmatite populations, this process affects mainly shallow-level intrusions.

Shallow-seated miarolitic pegmatites are typical of the NYF family of granite + pegmatite systems, locally intruded at subvolcanic levels and consolidated at pressures as low as 1.5 to 1 kbar. Typical examples include the amazonite-bearing pegmatites of the Pikes Peak batholith in Colorado, namely the Crystal Peak area within the Lake George intrusive center and similar occurrences (Foord, 1986); the Sawtooth batholith and related intrusions in Idaho (Boggs, 1986, 1992), the pegmatite-bearing units of the complex Korosten intrusion in Ukraine (Lazarenko *et al.*, 1973), and the Baveno granite in Italy.

The granites are mainly postorogenic to anorogenic, A- (to I-) type, subaluminous to metaluminous, derived by second anatexis of previously depleted crustal lithologies or from juvenile sources with a substantial mantle component (cf. Černý, 1991b for detailed discussion). The pegmatites are dominantly interior facial pods or crosscutting dikes; they rarely intrude outside their plutonic parents. The NYF signature is prominent in the accessory minerals of the plutonic rocks as well as of the pegmatites themselves: minerals of Li, Cs, Ta, B and P are largely absent or very minor, but phases containing Nb, Ti, Zr, REE, Y, U, Th and F are prominent. Typical rare-element minerals of these pegmatites include topaz, gadolinite, allanite, beryl, helvite, bertrandite, bavenite, zircon, thorite, xenotime, monazite, cheralite, columbite, ixiolite, niobian rutile, anatase, brookite, pyrochlore, titanite and fluorite (Foord and Martin, 1979, Falster, 1981, Martin and Falster, 1986). In contrast, zinnwaldite, garnet, tourmaline, and cassiterite are not widespread, although characteristic of some local pegmatite populations (Foord, 1982, Foord *et al.*, 1995, Kile and Foord, 1998). Among the rock-forming minerals, amazonite is common in the vugs, as is smoky quartz; albite is usually subordinate.

Depletion of the B, F, P, Li content of the melt - the chemical quench

Massive precipitation of B,F,P,Li-bearing minerals commonly occurs in late stages of pegmatite solidification: tourmaline, lepidolite, amblygonite, triphylite-lithiophilite, spodumene or petalite extract the above elements which enhance the solubility of water in the melt, and depress its solidus. Considerable quantities of supercritical aqueous fluid are consequently released, and rapid solidification of the residual magma is promoted disregarding the depth of pegmatite emplacement and the corresponding regime of pressure. Classic examples of miarolitic pegmatites of this category include the gem-bearing pegmatites of Maine (Bastin, 1911, King and Foord, 1994), southern California (Jahns and Wright, 1951, Foord, 1976, Jahns, 1979, Shigley *et al.*, 1986), Afghanistan (Rossovskyi, 1981), Pakistan (Laurs *et al.*, 1998) and central Transbaikalia (Zagorskyi and Peretyazhko, 1992).

Granite magmas which differentiate residual melts generating the above pegmatites are overwhelmingly late-orogenic to postorogenic, S- (to rarely I-) type, peraluminous and leucocratic, generated by partial anatexis of undepleted supracrustal lithologies (cf. Černý, 1991b). The pegmatites are only exceptionally found within their parent granites. They typically form exterior bodies, commonly in the outer parts of regionally zoned pegmatite aureoles which surround their plutonic sources. The LCT signature is characteristic of these peraluminous granite + pegmatite systems: minerals of Li, Rb, Cs, B, Sn, Ta, B and P are widespread, whereas those of Ti, Nb, Th, REE, Y are minor to absent. Typical phases encountered in the pegmatites of this category, and particularly in their miarolitic pockets include muscovite, beryl, spodumene, petalite, lepidolite, elbaite, foitite, rossmanite, spessartine, pollucite, topaz, apatite, tantalite, stibiotantalite, microlite, cassiterite and locally also hambergite, danburite and axinite (King, 1975, Francis, 1987, Foord *et al.*, 1991a, Zagorskyi and Peretyazhko, 1992, Francis *et al.*, 1993, King and Foord, 1994, Wise *et al.*, 1994).

Conditions of crystallization in miarolitic cavities

It seems to be beyond reasonable doubt that the *early lining (i)* of the miarolitic vugs - the rock-forming silicates rooted in the surrounding massive pegmatite - crystallized from the last vestiges of pegmatite melt but in the presence of, and in direct contact with, the exsolved supercritical aqueous fluid. Despite the occasionally steep gradients in trace-element concentrations and dramatic textural changes, the bulk mineral compositions and textural patterns plus fluid inclusions indicate a volatile-saturated melt as the parent medium. Depending on the degree of fractionation of the pegmatite melt, the temperature of crystallization of the vug lining may vary from ~550°C for geochemically primitive pegmatites to as low as ~450°C for highly evolved LCT pegmatites (e.g., London *et al.*, 1989, London, 1997).

In contrast, the following generation of *wall-coating rare-element minerals (ii)* represents a total compositional break from the "wall-rock" substrate above. It most probably precipitated from a supercritical aqueous fluid (to high-temperature hydrothermal solution) at ~450 to 200°C (e.g., Černý and Chapman, 1984), which was enriched in components partitioned out of the residual magma. Minerals of Li, (Rb), Cs, Be, Y, REE, Ti, U, Th, Zr, Nb, Ta, B and F are typically represented.

The *last mineral assemblage (iii)*, covering the cavity-lining and cavity-coating minerals, is undoubtedly of low-temperature origin, ca. ~250 to 150°C, having crystallized from hydrothermal solution and/or coexisting gas phase. In some cases, this assemblage is evidently materially linked to decomposition of early minerals, or to leaching of the adjacent massive pegmatite (Fig. 7). Boromuscovite (Foord *et al.* 1991b), cookeite, apatite, tourmaline, zeolites, carbonates are occasionally deposited in the "snow-on-the-roof" manner; smectites are the dominant clay minerals, but may be followed by kaolinite (Foord *et al.*, 1986; Taylor and Foord, 1993).

The breakage and shattering of the wall-coating minerals such as elbaite, beryl and topaz is ascribed to explosive ruptures of the vugs (Foord, 1976, Foord *et al.*, 1991a). The overpressure of the exsolved aqueous fluid may eventually surpass the confining pressure and the mechanical coherence of the surrounding pegmatite and wall-rock. The violent exit of the aqueous fluid would easily destroy the fragile crystals on the cavity walls (Foord, 1976, Jahns, 1979, Stern *et al.*, 1986). Moreover, subsequent implosion is also currently advocated for some cavities in southern Californian pegmatites: it would have similar physically destructive effects, and it would explain the presence of late minerals containing externally derived components such as Mg, Ti from gabbroic host rocks (M.C. Taylor, pers. comm. 1997).

Etching, corrosion and leaching of cavity-lining and wall-coating assemblages, complex changes in chemistry and structural state of feldspar minerals, as well as the regeneration and "healing" of broken fragments of the crystals all indicate changes in composition and reactivity of the cavity fluids (Foord and Martin, 1979, Martin and Falster, 1986, Foord *et al.*, 1995, Kile and Foord 1998). The medium precipitating a given mineral assemblage is frequently out of equilibrium with preceding minerals; its parameters may change in response to pressure fluctuations, interaction with wallrocks and pocket lining (e.g., Foord *et al.*, 1995, Kile and Foord, 1998). Some minerals or mineral assemblages indicate an acidic environment (e.g., albite + muscovite on corroded perthitic K-feldspar in geochemically primitive vugs, and bertrandite, helvite-danalite and kaolinite at the low-temperature stage). Other phases could only crystallize from alkaline fluids (e.g., boromuscovite, hambergite, danburite, bavenite, phenakite + K-feldspar, carbonates, smectites), whereas tourmaline and beryl require more or less neutral conditions. However, the information on the conditions of crystallization is still very fragmented, and studies aimed at deciphering the full history of fluid + solids evolution in different types of cavities are sorely needed.

Geologic classification of miarolitic pegmatites

Historically, miarolitic pegmatites were collectively classified into a single category, disregarding their paragenetic, geochemical and geological diversity. In the relatively recent classification schemes by Rodionov (1964), Rudenko *et al.* (1975), Ginsburg *et al.* (1979) and Ginsburg (1984), miarolitic (or shallow-level) class of granitic pegmatites was established, encompassing all miarolitic pegmatites as low-pressure phenomena with cavities formed by pressure quench.

This concept was initially adopted by Černý (1989), but exception was taken to this all-inclusive approach at a later date (Černý, 1992), once London (1986) documented the relatively high pressures required to crystallize cavity-hosted spodumene and associated phases in the pegmatites of southern California and Afghanistan: the pressures of 2.8 to 2.4 kbar were found well within the range of consolidation in the rare-element class (Fig. 8). These findings coincided in time with the development of the concept of chemical quench (London, 1987, 1990). This interpretation explained the formation of miarolitic pockets in medium-pressure

regimes, in which the pressure quench would not necessarily be effective.

The need to redefine the miarolitic class became obvious at this stage, as the pressure-quenched and chemically quenched miarolitic pegmatites aparently required separation: the NYF-related pressure-quench pegmatites would be the only category constituting the shallow-seated, miarolitic-class pegmatites, whereas the medium-depth, LCT-family pegmatites with vugs generated by chemical quench would become a mere variety of the rare-element class (Fig. 8).

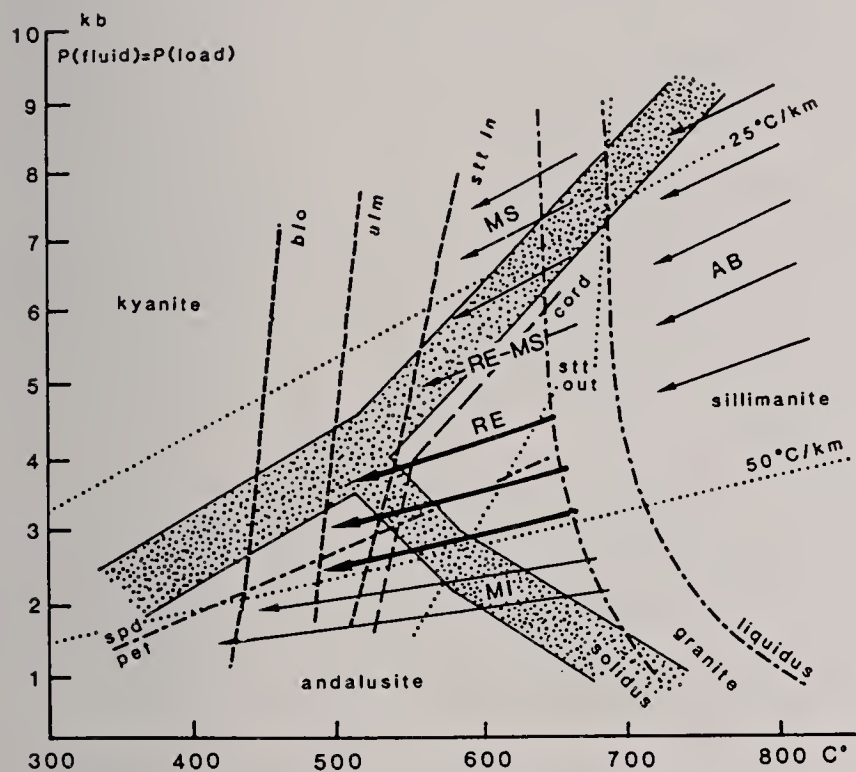



Fig. 8 - P-T fields of environments hosting pegmatite populations of the abyssal (AB), muscovite (MS), transitional rare-element + muscovite (RE-MS), rare-element (RE) and miarolitic (MI) classes; arrows indicate regional fractionation trends relative to the metamorphic grades of the host rocks (cf. Černý, 1991a for further details). The miarolitic class as illustrated here is typical of the shallow-seated, pressure-quenched NYF-family pegmatites, whereas the LCT-family miarolitic pegmatites cover the P-T conditions of both the miarolitic and rare-element classes.

However, the situation is turning out even more complicated these days, as primary magmatic petalite was identified in the southern Californian pegmatites (M.C. Taylor and D. London, pers. comm. 1997). It is quite possible that the cavity-grown spodumene of these pegmatites results from low temperature combined with fluid overpressure in the vugs, the latter having marginally transgressed into the stability field of spodumene, but the pressure regime during the bulk of magmatic crystallization was confined to the petalite field. The estimate of 1.5 kbar (Simmons *et al.*, 1997) for magmatic crystallization is probably unrealistic (Wm.B. Simmons, pers. comm. 1997). However, the mineralogy of the southern Californian pegmatites does not provide pressure indicators other than the Li-aluminosilicates; thus the question of the pressure regime and its variations remains to a high degree open.

In contrast, the general geologic estimate of 1.5 kbar for the crystallization of the very young, ~7 Ma LCT pegmatites of western Elba (Ruggeri and Lattanzi, 1992) may prove to be rather accurate, as is the 1.5 to 2 kbar estimate for the Stak Nala pegmatites in Pakistan (Laurs *et al.*, 1998). If applicable to California, pressure quench could have been combined with chemical quench in all these Li,B,F-rich pegmatites.

The net result, suggested by the odd bits of information currently available, could be that at least some of the LCT miarolitic pegmatites should be retained within the traditional shallow-seated miarolitic class, but not necessarily all of them. The final verdict would have to be based on careful examination of individual cases, as fast and easy earmarks do not seem to be available. Moreover, the distinction between the "shallow-seated, miarolitic-class, LCT-family pegmatites" and the "medium-depth, rare-element-class, LCT-family pegmatites with sporadic miarolitic cavities" has an excellent potential of becoming blurred by a continuous gradation from one "typical category" into the other.

All of the above stresses the need to improve the current classifications of granitic pegmatites, also indicated by depth overlap encountered between the abyssal and muscovite classes (Černý, 1991a, 1992), and by the poorly subdivided NYF family. The primary control of pegmatite classes, the depth of emplacement, seems to require reconsideration.

Acknowledgements

This study is based on long-term research supported by the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, Canada Department of Energy, Mines and Resources, Manitoba Department of Energy and Mines, and Tantalum Mining Corporation of Canada, Ltd. Extensive discussions with many colleagues-pegmatologists significantly contributed to the development of ideas formulated in this paper. Particular thanks go to the late E.E. Foord, to D. London, F. Pezzotta and an anonymous reviewer for critical reading of the manuscript and constructive suggestions which led to its improvement.

Reference

Bastin E.S., 1911 - Geology of the pegmatites and associated rocks of Maine including feldspar, quartz, mica and gem deposits. *U. S. Geol. Survey Bulletin*, 445, 152 pp.

Boggs R.C., 1986 - Miarolitic cavity and pegmatite mineralogy of Eocene anorogenic granite plutons in the northwestern USA. *Internat. Mineral. Association, 14th General Meeting Stanford, Abstracts w. Program*, 58.

Boggs R.C., 1992 - A manganese-rich miarolitic pegmatite assemblage from the Sawtooth batholith, south central Idaho, U.S.A. *Abstracts of Papers, Lepidolite 200 Symposium*, Nové Mesto na Morave, Czechoslovakia: 15-16.

Černý P., 1972 - The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba. VIII. Secondary minerals from the spodumene-rich zone. *Canad. Mineralogist*, 11: 714-726.

Černý P., 1989 - Characteristics of pegmatite deposits of tantalum. In: Möller P., Cerny P., Saupé F. eds. Lanthanides, Tantalum and Niobium, *Springer-Verlag*: 271-299.

Černý P., 1991a - Rare-element granitic pegmatites. Part I: Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18: 49-67.

Černý P., 1991b - Fertile granites in Precambrian rare-element pegmatite fields: is geochemistry controlled by tectonic setting or source lithologies? *Precambrian Research*, 51: 429-468.

Černý P., 1992 - Geochemical and petrogenetic features of mineralization in rare-element granitic pegmatites in the light of current research. *Applied Geochemistry*, 7: 393-416.

Černý P. & Chapman R., 1984 - Paragenesis, chemistry and structural state of adularia from granitic pegmatites. *Bull. Minéralogie*, 107: 363-384.

Černý P., Trueman D.L., Ziehlke D.V., Goad B.E. & Paul B.J., 1981 - The Cat Lake - Winnipeg River and the Wekusko Lake pegmatite fields, Manitoba. *Manitoba Dept. Energy and Mines, Mineral Resources Div., Economic Geology Report*, ER80-1, 234 pp.

FALSTER A.U., 1981 - Minerals of the Wausau pluton. *Mineral. Record*, 12: 93-97.
FEKLITCHEV V.G., 1964 - Beryl, morphology, composition and structure of crystals. *Nauka*, Moscow, 98 pp.
FERSMAN A.E., 1960 - Graphic structure of granitic pegmatites. In: Selected Works VI. *Academy of Sciences of the USSR*, Moscow, 645-659 (in Russian).
FOORD E.E., 1976 - Mineralogy and petrogenesis of layered pegmatite-aplite dikes in the Mesa Grande district, San Diego County, California. *Unpubl. PhD thesis, Stanford University*, 326 pp.
FOORD, E.E., 1977 - The Himalaya dike system, Mesa Grande District, San Diego County, California. *Mineral. Record*, 8: 461-474.
FOORD E.E., 1982 - Amazonite-bearing pegmatites of the Lake George intrusive center. In: Cerny P. *et al.* Granitic Pegmatites of the Black Hills, South Dakota and Front Range, Colorado. *Geol. Assoc. Canada - Mineral. Assoc. Canada Field Trip Guidebook*, 12: 51-56.
FOORD E.E., ČERNÝ P., JACKSON L.L., SHERMAN D.M. & EBY R.K., 1995 - Mineralogical and geochemical evolution of micas from miarolitic pegmatites of the anorogenic Pikes Peak batholith, Colorado. *Mineralogy and Petrology*, 55: 1-26.
FOORD E.E., LONDON D., KAMPF A.R., SHIGLEY J.E. & SNEE L.W., 1991a - Gem-bearing pegmatites of San Diego County, California. *Geol. Soc. America Ann. Meeting San Diego, Field Trip Guide*, 9, 22 pp.
FOORD E.E. & MARTIN R.F., 1979 - Amazonite from the Pikes Peak batholith. *Mineralogical Record*, 10: 373-384.
FOORD E.E., MARTIN R.F., FITZPATRICK J.J., TAGGART J.E., Jr. & CROCK J.G., 1991b - Boromuscovite, a new member of the mica group, from the Little Three Mine pegmatite, Ramona district, San Diego County, California. *Amer. Mineralogist*, 76: 1998-2002.
FOORD E.E., SPAULDING L.B.Jr., MASON R.A. & MARTIN R.F., 1989 - Mineralogy and paragenesis of the Little Three pegmatites, Ramona District, San Diego County, California. *Mineral. Record*, 20: 101-127.
FOORD E.E., STARKEY H.C. & TAGGART J.E. Jr., 1986 - Mineralogy and paragenesis of "pocket" clays and associated minerals in complex granitic pegmatites, San Diego County, California. *Amer. Mineralogist*, 71: 428-439.
FRANCIS C.A., 1987 - Minerals of the Topsham, Maine pegmatite district. *Rocks and Minerals*, 62: 407-415.
FRANCIS C.A., WISE M.A., KAMPF A.R., BROWN C.C. & WHITMORE R.W., 1993 - Granitic pegmatites in northern New England. In: Cheney J.T. & Hepburn J.C., ed's. *Field Trip Guidebook for the northeastern United States; GSA Meeting 1993 Boston*, 1: E1-E24.
GINSBURG A.I., 1984 - The geological conditions of the location and the formation of granitic pegmatites. *Proc. 27th Internat. Geol. Congress*, 15: 245-260.
GINSBURG A.I., Timofeyev I.N. & Feldman L.G., 1979 - Principles of geology of granitic pegmatites. *Nedra*, Moscow, 296 pp. (in Russian).
JAHNS R.H., 1954 - Pegmatites of southern California. *Geology of southern California, Calif. Div. Mines Bull.*, 170 (7): 37-50.
JAHNS R.H., 1979 - Gem-bearing pegmatites in San Diego County, California: the Stewart mine, Pala District, and the Himalaya mine, Mesa Grande District. In: Abbot P.L. & Todd V.R., ed's. Mesozoic crystalline rocks: Peninsular Range batholith and pegmatites, Point Sal ophiolite. *Dept. Geol. Sciences, San Diego State Univ.*, 1-38.
JAHNS R.H. & WRIGHT L.A., 1951 - Gem- and lithium-bearing pegmatites of the Pala district, San Diego county, California. *Calif. Div. Mines Spec. Rept.*, 7-A, 72 pp.
KILE D.E. & FOORD E.E., 1998 - Micas from the Pikes Peak Batholith and its cogenetic granitic pegmatites: optical properties, composition, and correlation with pegmatite evolution. *Canad. Mineralogist*, 36: 463-482.
KING V.T., 1975 - Newry, Maine: a pegmatite phosphate locality. *Mineral. Record*, 6: 189-204.
KING V.T. & FOORD E.E., 1994 - Mineralogy of Maine, Volume 1: Descriptive mineralogy. *Maine Geol. Survey, Dept. Conservation*, 418 pp.
LANDES K.K., 1925 - The paragenesis of the granite pegmatites of central Maine. *Amer. Mineralogist*, 10: 374-411.
LAURS B.M., DILLES J.H., WAIRRACH Y., KAUSAR A.B. & SNEE L.W., 1998 - Geological setting and petrogenesis of symmetrically zoned, miarolitic granitic pegmatites at Stak Nala, Nanga Parbat - Haramosh Massif, northern Pakistan. *Canad. Mineralogist*, 36: 1-47.
LAZARENKO E.K., PAVLISHIN V.I., LATYSH V.T. & SOROKIN YU.G., 1973 - Mineralogy and genesis of the chamber pegmatites of Volynia. *Lvov State Univ. Publ. House Lvov*, 359 pp. (in Russian).
LONDON D., 1986 - Formation of tourmaline-rich gem pockets in miarolitic pegmatites. *Amer. Mineralogist*, 71: 396-405.
LONDON D., 1987 - Internal differentiation of rare-element pegmatites: effects of boron, phosphorus and fluorine. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51: 403-420.
LONDON D., 1990 - Internal differentiation of rare-element pegmatites; a synthesis of recent research. *Geol. Soc. America Spec. Paper*, 246: 35-50.
LONDON D., 1997 - Volatile abundance and the formation of miarolitic cavities in evolved silicic magmas. Abstracts, 1st Internat. Workshop "Petrology, Rare Minerals and Gemstones of Shallow-Depth Pegmatites". *Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 23.
LONDON D., MORGAN G.B. & HERVIG R.L., 1989 - Vapor-undersaturated experiments Macusani glass + H_2O at 200 MPa, and the internal differentiation of granitic pegmatites. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 102: 1-17.
LYCKBERG P. & ROSSKOV A., 1997 - Prediction of gem pockets in shallow depth pegmatites in the Alabashka area, Mursinka intrusion, Ural Mountains, Russia. Abstracts, 1st Internat. Workshop "Petrology, Rare Minerals and Gemstones of Shallow-Depth Pegmatites". *Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 20.
MARTIN R.F. & FALSTER A.U., 1986 - Proterozoic sanidine in pegmatite, Wausau complex, Wisconsin. *Canad. Mineralogist*, 26: 709-716.
NĚMEC D., 1992 - Pegmatites with druse cavities in the west-Moravian crystalline terrain. *Acta Sci. Nat. Musei Moraviae Occident., Trebíc*, 18: 13-23.
ORLANDI P. & PEZZOTTA F., 1996 - Minerali dell'isola d'Elba. *Edizioni Novecento Grafico*, Bergamo, 245 pp.
RODIONOV G., 1964 - Pegmatite types and some specific features of pegmatite formation. *Internat. Geol. Congress, 22nd sess. India*, Rept. pt. VI: 140-156.
ROSSOVSKYI L.N., 1981 - Rare-element pegmatites with precious stones and conditions of their formation. *Internat. Geol. Review*, 23: 1312-1320.
RUDENKO S.A., ROMANOV V.A., MORAKHOVSKYI V.N., TARASOV E.B., GALKIN G.A. & DOROKHIN V.K., 1975 - Conditions of formation and controls of distribution of muscovite objects of the north-Baikal muscovite province, and some general problems of pegmatite consolidation. In: Gordiyenko V.V. ed.. Muscovite pegmatites of the USSR. *Nauka*, Leningrad: 174-182 (in Russian).
RUGGERI G. & LATTANZI L., 1992 - Fluid inclusion studies on Mte. Capanne pegmatites, Isola d'Elba, Italy. *Eur. Jour. Mineralogy*, 4: 1085-1096.
SHIGLEY J.E., KAMPF A.R., FOORD E.E. & LONDON D., 1986 - Gem pegmatites of southern California. *14th Gen. Meeting, Internat. Mineral. Assoc. Stanford, Field Trip Guidebook*, 39 pp.
SIMMONS WM.B. & HEINRICH E.WM., 1980 - Rare-earthpegmatites of the South Platte district, Colorado. *Colorado Geol. Survey, Resource Ser.*, 11, 131 pp.
SIMMONS WM.B., LEE M.T. & BREWSTER R.H., 1987 - Geochemistry and evolution of the South Platte granite-pegmatite system, Jefferson County, Colorado. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51: 455-471.
SIMMONS WM.B., WEBBER K.L. & FALSTER A.U., 1997 - Cooling rates and crystallization dynamics of pegmatites from San Diego County, California, USA. Abstracts, 1st Internat. Workshop "Petrology, Rare Minerals and Gemstones of Shallow-Seated Pegmatites" *Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 30.
STERN L.A., BROWN G.E. Jr., BIRD D.K., JAHNS R.H., FOORD E.E., SHIGLEY J.E. & SPAULDING L.B. Jr, 1986 - Mineralogy and geochemical evolution of the Little Three pegmatite-aplite layered intrusive, Ramona, California. *Amer. Mineralogist* 71: 406-427.
WAHLSTROM E.E., 1939 - Graphic granite. *Amer. Mineralogist* 24: 681-698.
WISE M.A., ROSE T.R. & HOLDEN R.E. Jr., 1994 - Mineralogy of the Bennet pegmatite, Oxford County, Maine. *Mineral. Record*, 25: 175-184.
ZAGORSKYI V.E. & PERETYAZHKO I.S., 1992 - Gem pegmatites of central Transbaikalia. *Nauka*, Novosibirsk, 222 pp.

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 13-28, 2000

Pegmatites and Pegmatite Minerals of the Wausau Complex, Marathon County, Wisconsin

Alexander U. Falster*[1], Wm. B. Simmons[1],
Karen L. Webber[1] & Tom Buchholz[2]

[1] *Department of Geology and Geophysics University of New Orleans - New Orleans, Louisiana 70148*
[2] *1140 12th Street North, Wisconsin Rapids, Wisconsin 54494*

Abstract - The Wausau Complex is a Proterozoic (1.52-1.48 Ga) shallow-level, anorogenic intrusive complex, consisting of four distinct intrusive centers: the Stettin, the Wausau, the Rib Mountain, and the Nine Mile plutons. Of the four, the syenitic Stettin pluton is the oldest and most alkalic. The pluton is roughly concentrically zoned with two nepheline syenite rings, one as the outermost unit, the other as a core margin around a pyroxene syenite core. The three other plutons, the Wausau, Rib Mountain, and Nine Mile, are progressively more silica-rich. The Nine Mile pluton consists of alkali granite and monzonite. Miarolitic pegmatites are found in all four intrusive centers. Pegmatites in the Stettin pluton range from nepheline-bearing to pyroxene- and amphibole-bearing types. Minor minerals include magnetite, zircon, apatite, ilmenite, xenotime, cheralite, and titanite. Rare accessories include eudialyte, catapleiite, fluorite, pyrochlore, allanite, thorite, and thorogummite. Pegmatites in the Nine Mile pluton are characterized by feldspars, quartz and minor biotite (siderophyllite). Minor minerals include magnetite, hematite, titanium oxide minerals, and siderite. Rare minerals include phenakite, bertrandite, cheralite, xenotime, zircon, and pyrite. Significantly, columbite-tantalite group minerals are virtually absent. Pegmatites of the Wausau and Rib Mountain plutons have characteristics between those of the Stettin and Nine Mile plutons.

Within the entire Wausau Complex the bulk B content is negligible. However, the bulk Li content is relatively higher than B due to the Li content in amphiboles and micas (Li_2O contents in excess of one percent). Typically, such anorogenic pegmatites have been classified as NYF. However, in the Wausau Complex, the pegmatites are generally poor in Nb and F, but enriched in Fe, Ti, LREE, HREE, and to a lesser extent in Be and Li.

Riassunto - Il Wausau Complex è un complesso intrusivo anorogenico di età proterozoica (1.52-1.48 Ga) di bassa profondità, costituito da quattro distinti centri intrusivi: i plutoni denominati Stettin, Wausau, Rib Mountain e Nine Mile. Dei quattro, il plutone sienitico Stettin è il più antico ed alcalino. Tale plutone è grossomodo concentrico con due anelli sienitici nefelinitici, dei quali uno costituisce l'unità più periferica e l'altro costituisce un anello attorno ad un nucleo di sienite pirossenitica. Gli altri tre plutoni, il Wausau, il Rib Mountain ed il Nine Mile, sono progressivamente più ricchi in silice. Il plutone Nine Mile è costituito da un alkali-granito e da monzonite. Pegmatiti miarolitiche sono state trovate in tutti e quattro le masse intrusive. Le pegmatiti nel plutone Stettin vanno da tipi a nefelina a tipi a pirosseno ed anfibolo. Tra i minerali accessori vi sono magnetite, zircone, apatite, ilmenite, xenotime, cheralite e titanite. Tra gli accessori rari vi sono eudialyte, catapleiite, fluorite, pirocloro, allanite, thorite e thorogummite. Le pegmatiti nel plutone Nine Mile sono caratterizzate da feldspati, quarzo ed in maniera minore biotite (siderofillite). Tra i minerali accessori vi sono magnetite, ematite, minerali del gruppo degli ossidi di titanio e siderite. Accessori rari sono fenacite, bertrandite, cheralite, xenotime, zircone e pirite. E' da notare che minerali del gruppo della columbite-tantalite sono pressoché assenti. Le pegmatiti dei plutoni Wausau e Rib Mountain hanno caratteristiche intermedie tra quelle dei plutoni Stettin e Nine Mile.

Nell'intero Wausau Complex il contenuto totale di B è trascurabile. Tuttavia, il contenuto totale di Li è relativamente alto in confronto a quello del B, a causa del contenuto di Li di anfiboli e miche (contenuti in Li_2O oltre l'uno per cento). Come tipico, queste pegmatiti anorogeniche sono state classificate come NYF. Tuttavia, nel Wausau Complex, le pegmatiti sono generalmente povere in Nb e F, ma arricchite in Fe, Ti, LREE, HREE, ed in modo minore in Be e Li.

Keywords: Wausau Complex, Stettin pluton, Wausau pluton, Rib Mountain pluton, Nine Mile pluton, Wisconsin, pegmatite, NYF.

This work is dedicated to the memories of Ursula Falster, Walter Prey, and Marie Prey for their support and guidance in the past and for being more than mother and grandparents, for being my friends.

* E-mail: afalster@uno.edu

Introduction

The Wausau Complex is a composite alkalic intrusive exposed in Marathon County, Wisconsin (Fig. 1). Zircons from the complex yield a U-Pb age of about 1.48-1.52 Ga (Van Schmus, 1975 a and b). The complex consists of four intrusive centers which are from oldest to youngest: the concentric Stettin pluton; the Wausau pluton; the Rib Mountain pluton; and the Nine Mile pluton (Myers *et al.*, 1984). Pegmatites and pegmatitic segregations occur throughout the Wausau Complex (Falster, 1981, 1986, 1987). The complex is rift-related and bears a distinct alkalic signature. The Stettin pluton is the most alkalic of the four intrusive centers (Myers *et al.*, 1984). The Wausau pluton consists of pyroxene and amphibole syenites (Sood, 1980). Only the northern segment of the Wausau pluton is now exposed, the southern part is obscured by the younger quartz-syenitic Rib Mountain pluton. The Nine Mile pluton intrudes and partially obscures the Rib Mountain pluton and consists primarily of alkali granite and quartz monzonite (Myers *et al.*, 1984). Xenoliths are common in the Wausau Complex and consist dominantly of quartzites, schists, and amphibolites.

Pegmatites of the miarolitic type are abundant in the Wausau Complex, indicating shallow levels of emplacement (Falster, 1981, 1986, 1987). Most pegmatites are of modest size (less than 100 m in maximum dimension) and occur within the complex itself. Only in a few cases do pegmatites intrude the surrounding country rock. Pegmatite mineralogies are distinct within each of the four intrusive centers.

Methods

Instrumental Neutron Activation Analysis

INAA was performed by the Phoenix Memorial Laboratories, University of Michigan, Ann Arbor. Whole rock samples were pulverized in a Spex ball mill using a tungsten carbide container for 30 minutes after a contamination run of the same material for 10 minutes. Mineral separates were crushed to a particle size of less than 1 mm in diameter. All samples were fused into quartz tubes.

AMRAY 1820 digital scanning electron microscope

Samples were cleaned for 10 minutes in an ultrasonic cleaner, rinsed with distilled water and dried overnight in a desiccator. Samples were coated with 250 Angstroms of carbon under a vacuum of 1×10^{-5} torr.

An acceleration voltage of 15 to 25 kV was used for energy dispersive spectral analysis. The working distance was generally kept at 18 mm and a 300 micron final aperture was used. Sample tilt was kept at 0 degrees for backscattered electron imaging and at 45 degrees for EDS analyses.

Photomicrography was performed using T-Max 100 ASA 4" x 5" sheet film. Exposure times were kept at 64 seconds. Films and prints were developed according to standard procedures.

X-ray diffraction

A SCINTAG XDS 2000 X-ray diffractometer was used and operated at 35 kV potential and 15 mA current. Samples were prepared according to the powder method and run at a scan range of 2 to 70 ° 2 theta and a scan rate of 0.5 ° per minute.

Stettin pluton pegmatites

In the Stettin pluton the following pegmatite types are found:

Nepheline-bearing pegmatites (NP) are restricted to the nepheline syenites. They are found in the outer or inner ring nepheline syenite around the pyroxene syenite core. Pegmatitic nepheline syenite consists of grains up to 30 centimeters in maximum dimension.

Amphibole- and pyroxene-bearing pegmatites (AP) are abundant in the amphibole syenites. They are well zoned and have a complex mineralogy. Structurally, they consist of a wall zone, an intermediate zone, and a core zone. Aplite units are abundant and may constitute up to 35% of the pegmatite. The wall zone typically consists of microcline, large crystals of arfvedsonite, which are mantled by aegirine-augite, and lesser amounts of sodic plagioclase. The intermediate zone consists of microcline and abundant radiating sprays of aegirine-augite. This zone is typically vuggy with individual vugs up to several centimeters in maximum dimension. In some areas, abundant tiny quartz crystals line the vugs. Accessory minerals found in the intermediate zone include bario-cerio-pyrochlore, fluorite, zircon, cheralite, thorite, thorogummite, fergusonite, allanite-(Ce), apatite, columbite-tantalite, goethite (fine crystals) and several unidentified species. In some cases, larger miarolitic cavities have been found in the intermediate zone. These larger cavities typically contain large pseudomorphs of goethite after siderite, microcline with epitaxial sodic plagioclase, minor ilmenite, zircon, bario-cerio-pyrochlore and late quartz crystals as drusy overgrowths. Pink aplite is prominent in the intermediate zone. Aplite appears to have invaded the intermediate zone. Cataclastic texture of crystal fragments of arfvedsonite, microcline, and aegirine-augite attest to moderately violent intrusion of the aplite. The aplite consists dominantly of microcline. An interesting accessory mineral in the aplite is near

Fig. 1 - Generalized map of the Wausau Complex (after Myers *et al.*, 1984), showing the location of the Stettin pluton, the Wausau pluton, the Rib Mountain pluton, and the Nine Mile pluton. E-W distance: 24 km. Symbols used are as follows: a = alluvium, go = glacial outwash, gt = glacial till, db = diabase dike, qp = quartz monzonite porphyry, ga = granite aplite, ng = Nine Mile granite and quartz monzonite, qs = quartz syenite, as = amphibole syenite, ps = pyroxene syenite, sv = syenitized volcanics, sa = syenite aplite, ls = hybrid lensoidal syenite, ns = nepheline syenite, ts = tabular syenite, lg = leucocratic granite, qm = quartz monzonite, qd = quartz diorite and diorite, vs = volcanogenic sedimentary rocks, fv = felsic volcanic rocks, iv = intermediate volcanic rocks, mv = mafic volcanic rocks, q = quartzite, bs = biotite schist, am = amphibolite.

Stettin Syenite Pluton

Wausau Pluton

Rib Mountain Pluton

Ninemile Granite Pluton

Inferred contact of Wausau syenite pluton

end-member bario-pyrochlore. The core zone consists in all cases of a quartz lens. Some pegmatites have a quartz-zircon lens, containing up to 20 % zircon. Minor aegirine-augite may surround the core margin.

Some pegmatites contain pods of quartz and zircon in the intermediate zone near the core margins. These pods are generally finer grained (millimeter range) than the core zone but may contain small gemmy zircons of yellow, red, or brown color.

Feldspathic pegmatites (FP). This type of pegmatite occurs commonly in the pyroxene syenite and is typically simple, consisting largely of feldspars with minor amounts of fluorite and Fe-oxides. The pegmatites are frequently vuggy with the inner zones resembling a sponge. Pyroxene and amphibole are subordinate or absent and quartz does not occur in the pegmatites in the pyroxene syenites. The accessory minerals associated with the pegmatites of the amphibole syenites are generally absent. Some pegmatites in the pyroxene syenite consist dominantly of large grains of anorthoclase up to 40 centimeters in diameter along with minor pyroxene and occasionally amphibole. The anorthoclase exhibits a delicate blue schiller-effect. Material of this type has been mined and sold as "Wisconsin moonstone".

Wausau pluton pegmatites

Initially, the three southern plutons, the Wausau pluton, the Rib Mountain pluton, and the Nine Mile pluton, were lumped together as the Wausau pluton (Falster, 1981). Subsequent field mapping conducted by Gene LaBerge and Paul Myers revealed separate intrusive centers in what was then known as the Wausau pluton. As a result of this work, the nomenclature was revised and the three newly defined intrusive centers were named the Wausau pluton, the Rib Mountain pluton, and the Nine Mile pluton (Myers *et al.*, 1984) (Fig. 1).

The **quartz-cored feldspathic pegmatites** (QWP) in the Wausau pluton resemble those in the Stettin pluton but are generally more silica-rich. They are zoned with a feldspathic wall zone and a quartz core in the simple pegmatites, but may show an intermediate zone with coarse quartz and feldspar. Miarolitic cavities generally occur just below the quartz core. The size of these cavities may reach several decimeters in maximum dimension. Sodic amphibole is commonly seen lining fracture planes across these pegmatites. One unusual pegmatite in the Wausau pluton partially invaded the surrounding metavolcanic country rock. This pegmatite reaches over 10 m in maximum dimension and has a footwall portion comprised of major potassium feldspar, plagioclase, quartz, and micas along with wollastonite, miserite, agrellite, and titanite as accessory minerals (Medaris and Guggenheim, 1983).

Rib mountain pluton pegmatites

Quartz-cored, biotite-bearing pegmatites (QRP) in the Rib Mountain pluton are generally zoned with a quartz core and a wall zone of quartz and feldspars with elongate, lath-shaped biotite. In some, an intermediate zone of graphic quartz and potassium feldspar is seen. Books of biotite are commonly found in the core margin. No pyroxenes or amphiboles are found in the pegmatites of the Rib Mountain pluton.

Nine mile pluton pegmatites

Pegmatites in the Nine Mile pluton are the best studied in the complex owing to the extensive mining of the decomposed syenites and alkali granites of the Wausau Complex for road gravel. Over 950 pegmatites have been studied in the Nine Mile pluton and they have been broken down into four major groups.

Group 1: **Simple pegmatitic pods** (PP) comprise this group (Fig. 2, #1). The size of these bodies reaches at most 3 meters in length. Contacts with the surrounding alkali granite are typically gradational. Pegmatitic pods are generally simple in structure with a wall zone consisting of feldspars, quartz, and biotite, and a core of monomineralic quartz. Miarolitic cavities typically occur directly below the core. The cavities extend for a distance of half the pegmatite width. The mineralogy of these pegmatitic pods consists primarily of quartz and feldspars with minor goethite replacing siderite rhombs. Accessory minerals include hematite, phenakite, bertrandite, fluorite, apatite, cheralite, and Ti-oxides (generally anatase).

Group 2: **Simple, vuggy pegmatites** (VP). The pegmatites in this group are commonly large but zonation is very simple and zone boundaries are gradational (Fig. 2, #2). A typical wall zone and an inner zone comprised of vuggy potassium feldspar and quartz are the dominant zones. Rarely, scattered coarse patches of white quartz resembling a quartz core occur. Small cavities are filled with well-crystallized feldspars and quartz (at times white). The most characteristic accessory mineral in these cavities is hematite, which is generally very abundant. Less common are siderite and pyrite, both of which can be replaced by goethite or hematite. The average size of the vugs ranges from about 0.5 to 1.5 centimeters.

Group 3: The **zoned pegmatites** (ZP) of group 3 are some of the largest pegmatites in the Nine Mile pluton (Fig. 2, #3), exceeding 100 meters or more. Contacts between the pegmatites and the host rock are generally sharp, with a visible thin chill margin in many instances. The wall zone is generally extensive and consists of quartz, feldspars, and elongate biotite. In some group 3 pegmatites, the footwall wall zone is distinctly thicker than the hanging wall wall zone. The intermediate zones typically consist of graphic quartz and feldspar or almost monomineralic potassium feldspar. The core margin contains large book biotites. The core is monomineralic quartz. Aplites occur as cross cutting units or as footwall bodies, which may make up the entire footwall portion of the pegmatite. The footwall portion of the pegmatites is typically more sodic and generally finer grained than the more potassic hanging wall. Miarolitic cavities, which may exceed 4 m in maximum dimension, exist either below the quartz core, within the graphic portions of the intermediate zone or below monomineralic feldspar masses. The common rock-forming minerals quartz and feldspar (potassium feldspars are domi-

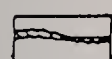
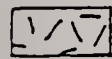
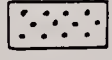
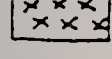



Fig. 2 - Simplified cross sections of pegmatites in the Nine Mile pluton, including group 1 – simple pegmatite pods (PP), group 2 – simple vuggy pegmatites (VP), group 3 – zoned pegmatites (ZP), and group 4 – solution etched pegmatites (SEP).

nant) make up the bulk of the pegmatite. They occur with the following diverse assemblage of accessory cavity minerals: siderite (typically replaced by goethite, lepidocrocite, or hematite), phenakite, bertrandite, hematite, ilmenite, anatase, rutile, brookite, zircon, pyrite (typically replaced by goethite or hematite, at times associated with jarosite), cheralite, apatite, fluorite, and beryl. Near the final stages of pocket formation, violent pocket rupture was evidently a common phenomenon in the pegmatites, as fractured pocket constituents and fine-grained precipitates of structurally disordered potassium feldspar can be found in many miarolitic cavities. It appears that a build-up of internal pressure over confining pressure with associated rupture and rapid decompression was a commonplace event in the shallowly emplaced pegmatites of the Wausau Complex. This lead to the rapid crystallization of primary high sanidine and quartz. In some cases, the attendant cooling prevented any further structural change so that the structural state is highly disordered. The disordered sanidine did not crystallize at high temperature as it loosely covers pre-existing microcline, but instead crystallized rapidly at low temperature. Thus, the persistence of high sanidine in Proterozoic pegmatite pockets is an exceedingly rare event (Martin and Falster, 1986). All pegmatites in the Wausau Complex evidently exsolved a free aqueous fluid phase during the latter stages of pegmatite formation. However, the volume of this aqueous fluid was generally small as evidenced by the small volume of miarolitic cavities in the pegmatites as a whole. Cavities are estimated to contribute less than 0.1 % to the pegmatite volume.

Group 4: **Solution-etched pegmatites** (SEP). Mineralogically and structurally, these pegmatites are similar to group 3 but show extensive solution etching of the quartz/feldspar footwall immediately below miarolitic cavities (Fig. 2, #4). The large miarolitic cavities typically show little evidence of pocket rupture and rapid degassing. Instead, in a zone directly below the pocket floor, the quartz-feldspar footwall is severely etched and quartz is either completely or partially removed. The areas closest to the pockets are generally free of quartz. Quartz becomes more abundant as distance from the pocket floor increases. In the voids left behind after quartz had been removed, an assemblage of minerals not unlike an

Alpine cleft assemblage was left behind. The common association consists of potassium feldspar of simple, adularia habit, albite, siderite replaced by goethite, muscovite, hematite or ilmenite, anatase, brookite, rutile, zircon, xenotime, monazite, cheralite, almandine, pyrite, and rarely bertrandite.

Location of Wausau complex pegmatites

Pegmatites in the Wausau Complex tend to occur in swarms within non-pegmatitic host rocks. The pegmatites dip most steeply near the country rock contacts and are almost horizontal in the interior of the complex. The attitude of the various pegmatites suggests that only minor portions of the cupola of the complex has been eroded. The various types of pegmatites in the Nine Mile pluton, the best studied of the intrusions, tend to form clusters of one dominant type.

Miarolitic cavities in the Nine Mile pluton

Primary (those miarolitic cavities which do not appear to have formed after another mineral phase has been dissolved from massive pegmatite) miarolitic cavities in the group 3 pegmatites (Fig. 2, #3) are typically flat-bottomed with a dome-shaped pocket roof. The footwall is generally more plagioclase-rich and finer grained than the hanging wall, which is more potassic. Pocket rubble, consisting of fragments and cleavage pieces of the common pocket minerals, is sometimes cemented by a secondary overgrowth of quartz. Some miarolitic cavities contain several layers of platelets of feldspars and quartz. This very unusual collapsed house-of-cards texture may be the result of the formation of crystallized platelets forming at the boundary of two immiscible fluids, maybe one aqueous, the other CO_2-rich. The platelets eventually settled to the pocket floor, not unlike rafts of halite forming in saline lakes. Secondary miarolitic cavities are restricted to a halo around the footwall portions of larger primary miarolitic cavities (Fig. 2, #4). Characteristically, they are found in the spaces formed by the dissolution of quartz from quartz-feldspar intergrowths just below the pocket floor. With increasing distance from the pocket floor, quartz remnants become more common. Typical associations in secondary miarolitic cavities include anatase (the most common Ti oxide), brookite, rutile (the rarest Ti oxide in these cavities), secondary quartz, feldspars of simple morphology, ilmenite, hematite, goethite, zircon, cheralite, monazite, xenotime, and other mineral species.

Pegmatite mineralogy

A brief description of all mineral species identified to date in the Wausau Complex is discussed below and summarized in Table 1.

Quartz

Quartz occurs abundantly as smoky quartz in pegmatites of the more siliceous plutons, especially the Nine Mile pluton, and can be more than 80 centimeters in length. The color is typically a deep brown, the surfaces are commonly slightly frosted. However, in a few miarolitic cavities, very lustrous and light colored crystals have been found. The habit of the quartz in the pegmatites of the Wausau Complex has a characteristic barrel shape. An interesting feature of ruptured pockets is that they are partially filled with fractured and re-cemented quartz and feldspar fragments ("pocket hash"). This is likely due to the violent nature of pocket rupture and rapid degassing. In the same pockets, oddly shaped quartz crystals are very common. These represent shards of fractured quartz, which continued to grow in pockets that had resealed.

Plagioclase feldspar

Plagioclase is typically more abundant in the footwall portions of both pegmatites as well as miarolitic cavities, rather than in the more potassic hanging wall. Compositionally, the plagioclase in the pegmatites is albite to oligoclase. Maximum size of plagioclase crystals reaches about 4 centimeters. The color ranges from almost white to pink to reddish with the most intense coloration in the outer zones of the crystals. Some cores are clear and colorless. The characteristic color of plagioclase from the Wausau Complex is an intense pink to red. This color is quite unusual for plagioclase and they in fact are darker than the associated potassium feldspars.

Potassium feldspar

Potassium feldspar, particularly maximum microcline, is exceedingly abundant throughout the complex. In miarolitic cavities, large maximum microcline crystals up to 40 centimeters can be found. They are most commonly pink to reddish in color. A few pockets yielded white potassium feldspar and three pegmatites to date have produced green amazonite, which ranges in color from sky blue to deep green. Twinning is rare in Wausau Complex feldspars. Baveno and Manebach twins are more common than Carlsbad twins. In ruptured pockets metastable, completely disordered potassium feldspar has been found as a pressure quench-coating over earlier pocket minerals (Martin and Falster, 1986). A high percentage of these precipitates are high sanidine, with some orthoclase or intermediate microcline.

Anorthoclase

Anorthoclase is a common constituent in the pyroxene syenites of the Stettin pluton. In pegmatitic portions, crystal grains may reach 40 centimeters in maximum dimension. The color is gray to dark gray but lightens upon weathering. A beautiful blue schiller, a result of exsolution, is characteristic.

Amphibole

Amphibole is abundant in the Stettin pluton and in the other plutons of the Wausau Complex. In the

Table 1: Distribution of minerals in pegmatites of the Wausau Complex. Column headings as follows: SP-NP = nepheline-bearing pegmatite, Stettin pluton; SP-AP = amphibole- and pyroxene-bearing pegmatite, Stettin pluton; SP-FP = feldspathic pegmatite, Stettin pluton; WP-QWP = quartz-bearing pegmatite, Wausau pluton; RMP-QRP = quartz-bearing pegmatite, Rib Mountain pluton; NMP-PP = pegmatitic pod, Nine Mile pluton; NMP-ZP = zoned pegmatite, Nine Mile pluton; NMP-SEP = solution-etched pegmatite, Nine Mile pluton; and NMP-VP = vuggy pegmatite, Nine Mile pluton. Mineral abundance in the pegmatites are described by the following: M = major rock-forming mineral; S = subordinate mineral; A = common accessory mineral; and R = rare accessory mineral.

Pegmatite type >>	SP-NP	SP-AP	SP-FP	WP-QWP	RMP-QRP	NMP-PP	NMP-ZP	NMP-SEP	NMP-VP
Mineral									
Quartz		S		S	M	M	M	M	M
Plagioclase	M	M	M	M	M	M	M	M	M
K-feldspar	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Anorthoclase		R	M						
Amphiboles	S	S	A	R					
Pyroxenes	S	S	A	R					
Biotite	S	S	A	A	S	S	S	S	S
Arsenopyrite		R					R	R	
Galena						R	R	R	
Jamesonite-boulangerite					R	R	R	R	
Pyrite	R	R	R	R	R	R	R	R	A
Sphalerite						R	R	R	
Fluorite			R				R	R	
Anatase						R	R	A	
Brookite						R	R	A	
Columbite		R					R	R	
Goethite	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Hematite	A	A	A	A	A	A	A	A	S
Ilmenite	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Lepidocrocite	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Magnetite	A	R	A	A	R	R			
Mn-oxides	R	R	R			R	R	R	R
Opal		R				R	R	R	
Pyrochlore		A							
Rutile	R			R		R	R	R	
Calcite	R	R		A	R	R	R	R	
Parisite-synch.						R	R	R	
Siderite	R	A	R	A	A	S	A	A	R
Sec. REE carbonate	R	R		R		R	R	R	R
Anhydrite							R	R	
Barite							R	R	
Apatite	R	R	R	R		R	R	R	R
Cheralite	A	A	R	R	R	R	A	A	R
Monazite	R	R		R		R	R	R	R
Xenotime	R	R		R		R	R	R	R
Agrellite				A					
Allanite	A			A					
Almandine							R	R	
Andradite								R	R
Bavenite							R	R	
Bertrandite						R	R	R	
Beryl							R		
Cancrinite	R								
Catapleiite	R								
Eudialyte	R								
Fayalite	R			R		R	R	R	
Fergusonite	R	R					R	R	
Hisingerite		R		R			R	R	R
Miserite				A					
Muscovite						R	R	R	
Natrolite	A								
Nepheline	M-C								
Phenakite						R	R	R	
Thorite	R								
Thorogummite	R								
Titanite	A			A					
Tourmaline						R	R		
Wollastonite				A					
Zinnwaldite		R							
Zircon	R	A		R		R	R	R	R

pegmatites of the Stettin pluton, notably in those occurring in the amphibole syenites, large arfvedsonites up to 25 centimeters in maximum dimension occur. They are characteristically rimmed with aegirine-augite. Riebeckite may also occur as oriented overgrowths or as solitary crystals in small miarolitic cavities. Fracture planes across pegmatites and syenitic rocks in the Wausau pluton commonly are coated with sodic amphiboles (arfvedsonite or riebeckite).

Pyroxene

Both sodic and calcic clinopyroxene occur in the Stettin pluton (Myers *et al.*, 1984). Aegirine and aegirine-augite are abundant in most of the pegmatites of the Stettin pluton and occur in some pegmatites of the Wausau pluton. Calcic pyroxene (diopside-hedenbergite series) is iron-rich with up to 10 % aegirine content (Koellner, 1974).

Biotite

Biotite is very abundant in all pegmatites. Pegmatite wall zones are particularly rich in biotite, which displays a characteristic spear-shaped habit. At the core margin, biotite occurs in large, thin books up to 40 centimeters across. In other pegmatite units, biotite occurs in thicker, but smaller books. Near pocket zones, biotite is typically heavily altered.

Minor and accessory minerals

Sulfides and sulfosalts

Arsenopyrite

Arsenopyrite is very rare, having been found in only a few miarolitic cavities in pegmatites of the Nine Mile pluton. Most crystals, unless they were protected within quartz crystals, have been replaced by Fe oxides or hydroxides. The maximum size of these crystals reaches 2 millimeters.

Jamesonite

Jamesonite and possibly boulangerite have been found as inclusions in smoky quartz from miarolitic cavities only. These sulfosalts form acicular inclusions of gray crystals, which are commonly bent and twisted. They reach a maximum length of 3 centimeters but a maximum thickness of only 0.2 millimeters.

Galena

Galena was identified as inclusions in smoky quartz in several pegmatites in the Nine Mile pluton. The maximum size of the tiny cubes was approximately 80 microns. Galena was associated with pyrite, sphalerite, and jamesonite in the smoky quartz. The presence of galena and other sulfides in trace amounts indicates that the sulfur activity was relatively high in these pegmatites, thus only rarely was any Pb left over to partition into silicates. Pb in feldspar structures, coupled with H_2O, is responsible for amazonite's color (Plyushnin, 1969; Smith, 1974).

Pyrite

Pyrite is only preserved in the pegmatites where it was enclosed in smoky quartz. These crystals measure up to 1 millimeter in maximum dimension. They are commonly cubes or modified cubes, but in some pegmatites beautiful acicular pyrite was found. It typically forms slender extensions from the cube faces and results in a star-like growth. Pyrite also occurs as an early component in massive pegmatite where it forms crystals up to 1 centimeter. These crystals are always replaced by goethite or hematite. One pegmatite contained up to 20 % pyrite.

Sphalerite

Sphalerite has been identified as inclusions in smoky quartz in several pegmatites in the Nine Mile pluton. The maximum size of the tiny tetrahedra was about 80 microns. Sphalerite was associated with pyrite, galena, and jamesonite in the smoky quartz.

Halides

Fluorite

Fluorite is very rare or absent in most pegmatites of the Wausau Complex. However, it is abundant at one site in the Stettin pluton and another area in the southern most Nine Mile pluton. The color ranges from purple to blue, green, and almost colorless.

Oxides

Anatase

Anatase is the dominant Ti-oxide in the Wausau Complex. It is found in primary and, more commonly, in secondary miarolitic cavities. It forms black to blue-black, rarely brown or yellow crystals up to 9 millimeters in maximum dimension (Fig. 3). The average size is about 1 millimeter. The forms of the dipyramid are characteristic. Pinacoids are present in many examples. Second order dipyramids and prism faces are less abundant.

Brookite

Brookite is less common than anatase but still more abundant than rutile in the Wausau Complex. It is most commonly found as thick tabular black or dark brown crystals in secondary miarolitic cavities (Fig. 4). It may reach 6 millimeters in maximum dimension and is typically associated with either anatase or rutile. At times, all three polymorphs occur together, although at least one of the polymorphs will have undergone paramorphic replacement. X-ray diffraction indicates that most brookite has not converted to other TiO_2 phases. Fe is the dominant contami-

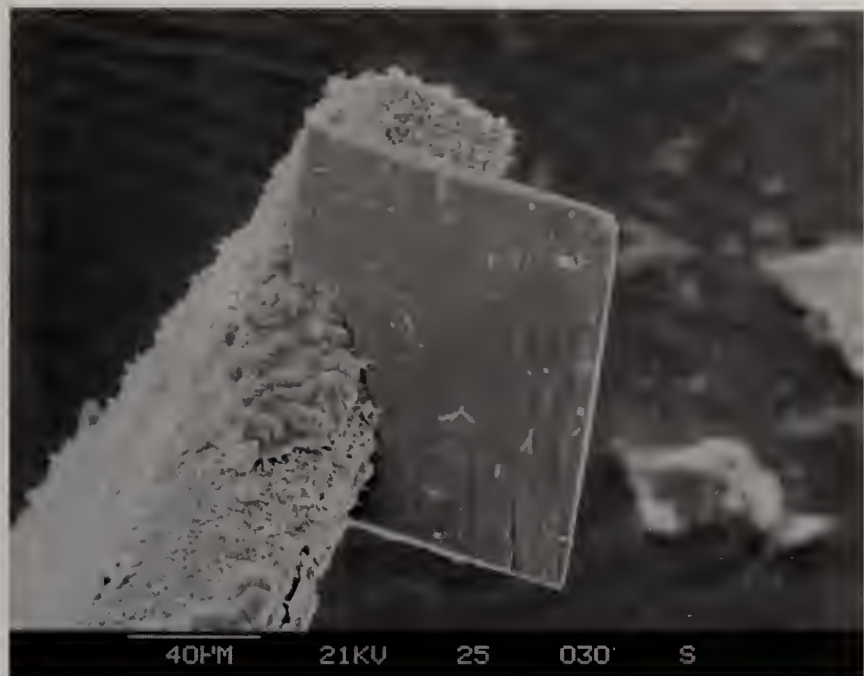



Fig. 3 - Secondary electron image of anatase from the secondary miarolitic cavities in a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton. Photograph by Dr. E. E. Foord.

Fig. 4 - Secondary electron photomicrograph of brookite from the secondary miarolitic cavities in a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton.

nating ion. Microprobe analysis indicates that up to 0.9 weight percent FeO may be present in brookite. Lighter colored brookites are nearly pure TiO_2.

Columbite-tantalite

Members of the columbite-tantalite group are very rare in the Stettin pluton. They are occasionally found as millimeter-sized masses in the zircon-rich quartz cores of pegmatites in the amphibole syenites. In some of the pegmatites of the Nine Mile pluton, ferrocolumbite is very sparingly found as centimeter-sized crystals in the massive hanging wall portion directly above pockets. Inside the pockets, columbite-tantalite is exceedingly rare.

Goethite

Goethite is most commonly found replacing siderite (Fig. 5). It frequently forms fine, platy crystals of brown to golden color. In some cases, these crystals

Fig. 5 - Backscattered electron photomicrograph of goethite from the interior of a replaced siderite rhomb in a cavity of a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton.

appear to be composed of polysynthetic twins. Maximum size of goethite crystals approaches 6 millimeters. Overgrowths of goethite on quartz and other pocket minerals is rare but has been found in a few pegmatites.

Hematite

Hematite occurs in 4 modes in the Wausau Complex: 1) Discrete platy crystals up to 1 centimeter in diameter in primary and secondary miarolitic cavities. At times, "rose-like" clusters are found, not unlike the Alpine "Iron-roses"; 2) As a replacement of siderite and biotite. Biotite in the massive pegmatite is frequently replaced by massive hematite; 3) As almost monomineralic "pocket-clay". Bright red, clay-like hematite occurs in many miarolitic cavities. Notably those which show effects of intense corrosion of pocket constituents commonly contain large amounts of this hematite. Hisingerite may accompany it; and 4) As late stains and coatings over crystals and fracture planes.

Ilmenite

Ilmenite is a common accessory mineral in many primary and secondary miarolitic cavities. It forms platy crystals up to 1 centimeter across. In a few pockets, rosettes of millimeter-sized ilmenites were found. Some massive ilmenite occurs in the nepheline syenite pegmatites of the Stettin pluton. X-ray diffraction and microprobe analysis confirms the stoichiometry and crystal structure.

Lepidocrocite

Lepidocrocite occurs only in the cavities of replaced siderite, commonly associated with goethite or hematite. The crystals are very thin, tabular, and have a bright red color. Maximum size approaches 1 millimeter.

Magnetite

Magnetite is common in the nepheline syenites and the nepheline syenite pegmatites of the Stettin pluton but is rare elsewhere in the Wausau Complex. Magnetite occurs most abundantly in grains and crystals up to 1.5 centimeters in diameter in the nepheline syenite ring around the pyroxene syenite core of the Stettin pluton. It also occurs abundantly as detrital grains in creeks. In some non-pegmatitic rocks of the Stettin pluton and the Wausau pluton, segregation masses of magnetite up to several centimeters across have been found.

Mn-oxides

Mn-oxides such as romanechite are common as a late stain on pocket minerals and fracture planes.

Opal

A colorless to white common opal is locally seen coating fracture surfaces. It is of meteoric origin. This opal exhibits a bright green fluorescence under ultraviolet light.

Pyrochlore

Members of the pyrochlore group are restricted to the pegmatites of the Stettin pluton. They form small crystals that rarely exceed 1 millimeter in maximum dimension and are dark brown, black, or waxy yellow in color. Octahedral faces are dominant with subordinate cube faces modifying them in some pegmatites. Bario-pyrochlore is largely restricted to the aplites in pegmatites of the amphibole syenites, whereas bario-cerio-pyrochlore typically occurs in the vuggy intermediate zone of the same pegmatites. A pyrochlore with several percent Y_2O_3 is rarely found as tiny (< 0.1 millimeters) crystals in aplitic portions in some pegmatites of the pyroxene and amphibole syenites. Several pyrochlore analyses of pyrochlores are reported in Weidman (1907).

Rutile

Rutile is the least common TiO_2 polymorph in the Wausau Complex. It typically forms millimeter-sized networks of intergrown crystals ("sagenite"). The color ranges from black to straw yellow. It is typically associated with other Ti-oxides.

X-ray diffraction confirmed rutile but in one case, a paramorph of anatase after rutile was encountered. According to microprobe analysis, FeO (up to 0.7 weight percent) is the only common impurity.

Carbonates

Calcite

Calcite has two distinct modes of occurrence: 1) It has been found as inclusions in smoky quartz from pegmatites in the more siliceous rocks of the complex. These crystals reach 5 millimeters in maximum dimension and are simple rhombohedra. Rhombohedral impressions on the surface of many quartz crystals indicate that calcite has been present in the pockets but subsequently dissolved; and 2) In the pyroxene syenite, calcite is commonly seen in some pegmatitic segregations as well as in the pyroxene syenite itself. Carbonate segregations may be an indication of an incipient carbonatite body in the pyroxene syenite. The agpaitic trend in pyroxene syenite further supports the notion that these carbonate segregations could be carbonatitic in origin.

Parisite-synchisite

Parisite-synchisite has been noted in several pegmatites as crystals less than 1 millimeter in maximum dimension. It appears to be more common in the Stettin pluton.

Siderite

Siderite is a very common miarolitic cavity mineral in all plutons of the Wausau Complex. However, unless siderite was completely enclosed in quartz, it was altered to goethite, lepidocrocite, or hematite. In most cases, these pseudomorphs preserved the delicate surface detail of the former siderite crystals. The interiors of these pseudomorphs are commonly lined with well-formed goethite, hematite, or lepidocrocite crystals. Maximum size of these brown or ochre colored pseudomorphs may exceed 15 centimeters on an edge.

Secondary REE-bearing minerals

Crusts of secondary REE-bearing minerals are commonly encountered along fractures and as coatings on pocket minerals. Both LREE and HREE-bearing components have been identified, frequently in close proximity to each other. These species are probably carbonates or fluoro-carbonates.

Sulfates

Anhydrite

Anhydrite has been found with barite as tiny, less than 1 millimeter inclusions in pocket quartz crystals.

Barite

Barite has been observed in a few pocket quartz crystals as inclusions less than 1 millimeter in length. They may have had their origin in the alteration of some feldspars with minor Ba-content.

Phosphates

Apatite

Apatite occurs throughout the complex as an accessory mineral in all rock types and in the peg-

matites. Well-formed euhedral crystals are found in some miarolitic cavities, notably in the pegmatites of the Stettin pluton. Maximum size of crystals may reach 1 centimeter but most crystals remain below 1 millimeter in size. The color is white to colorless. Ultraviolet fluorescence is generally tan to yellowish in color. Crystals characteristically are short to long prismatic with large pinacoids and small dipyramids.

Cheralite

Cheralite is the dominant LREE mineral in the Wausau Complex. It occurs in all 4 plutons but is most abundant in the Stettin pluton and in the Nine Mile pluton (Fig. 6). It is found in primary and secondary miarolitic cavities and in massive pegmatite close to miarolitic cavities. Cheralite forms flattened, disk-shaped crystals, which aggregate to form flower-shaped rosettes or parallel stacks in the Stettin pluton. Here cheralite has a higher Th-content and is commonly overgrown with small fergusonite crystals. In the other Wausau Complex plutons, cheralite forms pseudohexagonal dipyramids. The maximum size reaches 1 centimeter. The color is typically yellowish on the interior of crystals and brick red on the exterior. Basal cleavage is evident.

Fig. 6 - Secondary electron photomicrograph of cheralite with fergusonite from a small miarolitic cavity in a pegmatite in the amphibole syenites of the Nine Mile pluton.

Monazite

Monazite is a very abundant accessory mineral in the pegmatites of the Wausau Complex and is most commonly found in secondary miarolitic cavities or in small primary miarolitic cavities. Crystals are commonly platy and brown in color.

Xenotime

Xenotime is found widespread as millimeter-size yellow to pink or reddish crystals in secondary miarolitic cavities. It resembles zircon in morphology and color. Forms exhibited are prisms and dipyramids. In some crystals, pinacoids and second order prisms have been detected.

Silicates

Agrellite

Agrellite was noted by Medaris and Guggenheim (1983), in a Wausau pluton pegmatite where it appears in the keelward portion associated with wollastonite, miserite, titanite, and feldspars. This is a very unusual occurrence and only the second known location for this mineral. Agrellite forms white prisms up to 6 millimeters in length.

Allanite

Allanite occurs in many of the pegmatites in the Stettin and Wausau plutons as an accessory mineral. It typically forms black, platy crystals frozen in matrix up to 3 centimeters in maximum dimension. A few isolated pegmatites in the Nine Mile pluton contain rare allanite crystals frozen in matrix in the coarse feldspar-quartz intergrowth of the hanging wall directly above miarolitic cavities.

Almandine

Almandine occurs rarely as millimeter size brown crystals in some primary and secondary miarolitic cavities in the Nine Mile pluton.

Andradite

Andradite has been found in secondary miarolitic cavities of several pegmatites in the Nine Mile pluton. The grains are clear, sulfur yellow in color, and reach 4 millimeters in diameter. They were identified by X-ray diffraction and energy dispersive spectral analysis.

Bavenite

Bavenite occurs in some pegmatites of the Nine Mile pluton as white, fibrous inclusions in smoky quartz. Maximum size reaches 3 millimeters. Bavenite may also have been a pocket mineral but probably did not survive exposure to weathering and cleaning of the samples. Identification was performed by X-ray diffraction.

Bertrandite

Bertrandite is, next to phenakite, the most abundant Be mineral in the Wausau Complex. It is most common in the pegmatites of the Nine Mile pluton where it occurs as complex and well-formed crystals up to 7 millimeters in maximum dimension, with an average dimension of about 0.5 millimeters. Most of the crystals are spectacular twins and trillings (Fig. 7). Bertrandite occurs near altered phenakite and is strictly a pocket mineral.

Beryl

Beryl is very rare in the Wausau Complex. It has been found in only two miarolitic cavities in peg-

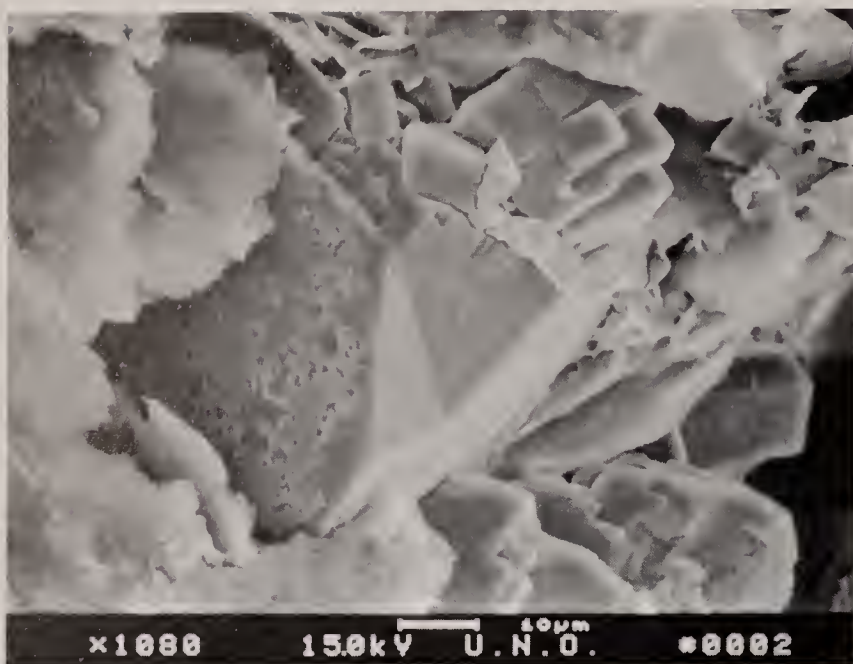



Fig. 7 - Secondary electron photomicrograph of bertrandite from the primary miarolitic cavities in a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton.

matites in the Nine Mile pluton but never in massive pegmatite. Beryl bearing pegmatites are closely associated with partially assimilated metasediments. It is possible that these metasediments supplied the additional Al necessary to reach the stability field of beryl. Without this additional source of Al the generally alkalic nature of the complex would destabilize beryl in favor of phenakite or bertrandite. Interestingly, the two beryl bearing pegmatites also contained phenakite and bertrandite, further indicating that conditions were barely within the stability field of beryl. Beryl crystals were clear and colorless or sky-blue aquamarines, with a maximum size of two centimeters. Crystal forms noted include prisms, pinacoids, and dipyramids.

Cancrinite

Cancrinite occurs in the pegmatitic and non-pegmatitic portions of nepheline syenite as orange patches up to 2 centimeters in diameter.

Catapleiite

Catapleiite occurs very sparingly in pegmatites of the Stettin pluton. Thin colorless crystals of pseudohexagonal catapleiite up to 0.5 millimeters are found very rarely in small miarolitic cavities.

Eudialyte

Eudialyte has been detected in very small amounts in massive nepheline syenite pegmatite of the outer portions of the Stettin pluton as deep red to brown color rounded grains up to 4 millimeters across.

Fayalite

Fayalite occurs in the alkali granite and monzonite of the Nine Mile pluton as an accessory mineral. It also occurs sporadically as slightly altered masses up to 12 centimeters across in the interior of some pegmatites of the Nine Mile pluton.

Fergusonite

Fergusonite occurs only in the pegmatites of the Stettin pluton. In particular, pegmatites in the amphibole syenites yield abundant tiny fergusonites. The maximum size of the reddish brown crystals does not exceed 100 microns.

Hisingerite

Hisingerite has been identified as a phase in the pocket fills of hematite-rich pockets. The mineral forms crude micaceous plates and clayey deposits. Identification was done by X-ray diffraction.

Miserite

Miserite is found only in the agrellite-bearing pegmatite in the Wausau pluton where it forms off-white to tan prisms up to 1 centimeter in length.

Muscovite

Muscovite is a rare component in the pegmatites. It typically occurs as sericite in miarolitic cavities and as a rock-forming component in some pegmatites of the amphibole syenites in the Stettin pluton. The color is grayish to pale yellow, notably in the zinnwaldite ("irvingite")-bearing pegmatite in the Stettin pluton.

Natrolite

Natrolite is one of the alteration products of nepheline in the pegmatitic and non-pegmatitic portions of the Stettin pluton. It has not been noted elsewhere in the complex.

Nepheline

Nepheline occurs only in the outer rim of the Stettin pluton and in the nepheline syenites which rim the pyroxene syenite core of the Stettin pluton. In the pegmatitic portions of these rock types, nepheline crystals up to 30 centimeters in length have been found. Crystals are characteristically crude and sometimes corroded or altered, and generally gray to off-white in color.

Phenakite

Phenakite is the dominant Be-mineral in miarolitic cavities in pegmatites of the Nine Mile pluton (Falster, 1977). It typically forms interpenetration twins up to 3 centimeters in length and is colorless, or yellow to white in color. Single crystals are commonly simple rhombs up to 1 centimeter in maximum dimension. Partial or complete replacement of phenakite by bertrandite is common (Fig. 8).

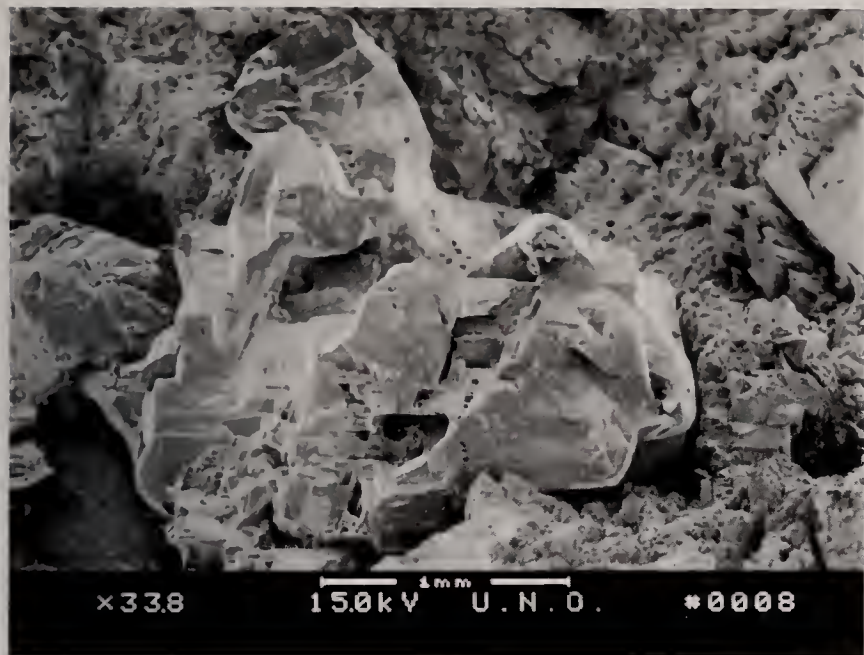



Fig. 8 - Secondary electron photomicrograph of phenakite from the primary miarolitic cavities in a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton.

Thorite

Thorite occurs in pegmatites of the amphibole syenites in the Stettin pluton. It is found in the intermediate and core margins of these pegmatites, commonly associated with allanite and often altered to thorogummite. As a result of the high levels of radioactivity detected in some of the pegmatites in the Stettin pluton in the late 1950s, mining of these Th-minerals was attempted but was abandoned when it was found that the desired U was present in small amounts. Thorite reaches several centimeters across and may occur in large clusters. It is originally black in color but turns brown when it alters to thorogummite.

Thorogummite

Thorogummite is a common alteration product of thorite. It may form masses up to 10 centimeters in diameter, which may represent clusters of original thorite crystals. Thorogummite is typically chocolate brown and resinous in appearance.

Titanite

Titanite occurs abundantly in the Stettin pluton, notably in nepheline syenite pegmatites where it may reach a size of up to 2 centimeters across. Crystals are typically shiny and black and may comprise 10 percent of some pegmatites. Titanite also occurs in some pegmatites of the Wausau pluton, although not as abundantly as in the Stettin pluton.

Tourmaline

Two grams of tourmaline in the form of thin, long-prismatic crystals of dark green color have been found in one large miarolitic cavity in the Nine Mile pluton. The mineral was identified as elbaite by X-ray diffraction.

Wollastonite

Wollastonite was noted only in the agrellite-bearing pegmatite where it forms white prisms up to 8 millimeters in length.

Zinnwaldite, variety "Irvingite"

A variety of zinnwaldite called "irvingite" (Weidman, 1907), occurs only in a restricted area of the Stettin pluton where it forms bright yellow mica crystals up to 2 centimeters in diameter in a poorly exposed pegmatite. This mineral represents the only Li mineral in the Wausau Complex.

Zircon

Zircon is most abundant in the Stettin pluton where it formed early in the crystallization history of the tabular syenite and is associated with purple fluorite. Crystals are brown dipyramids, rarely with thin prism faces, and reach 2 cm in maximum dimension. Quartz-zircon cores occur in some larger pegmatites in the Stettin pluton. These crystals can be yellow or reddish to lilac in color and are commonly clear with a maximum size that reaches 1 cm. In the pegmatites of the other plutons, zircon is a typical pocket mineral. It occurs as gemmy, millimeter-size crystals, very similar to the xenotime described above and is particularly abundant in secondary miarolitic cavities. Some deep brown zircon is found in massive pegmatite and may reach up to several millimeters in maximum dimension. These crystals are elongated and typically consist of prisms and dipyramids.

Preliminary geochemical data

Whole rock geochemical data are available from Sood *et al.*, (1980) and from the authors' neutron activation results for pegmatite wall zones from several pegmatites in the Stettin pluton and pegmatite groups 2, 3, and 4 in the Nine Mile pluton (Tables 2-3, Figs. 9-11). Chondrite normalized plots of REE (rare earth elements) for pegmatite wall zones (and a few other zones) in the Stettin pluton and the Nine Mile pluton reveal interesting trends, particularly when compared to the average REE-content in the

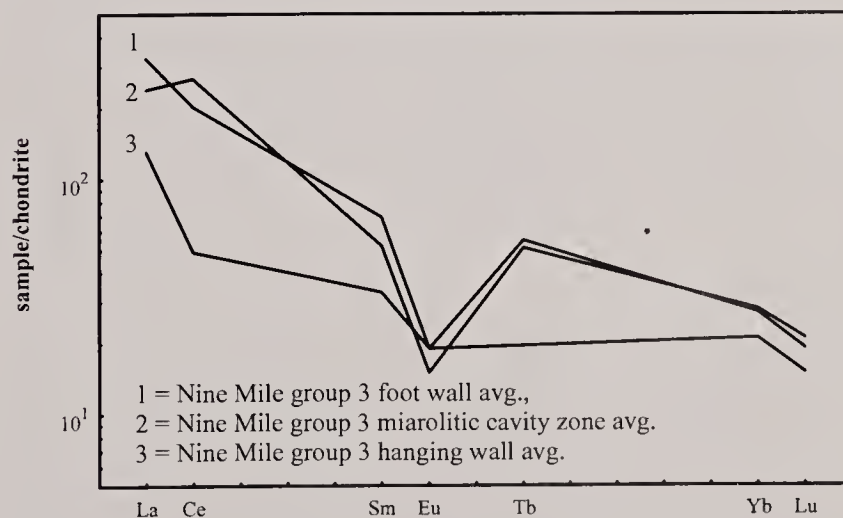



Fig. 9 - Chondrite normalized plot of average REE distribution in the foot wall wall zone, miarolitic cavity zone, and hanging wall wall zone average of a group 3 pegmatite in the Nine Mile pluton.

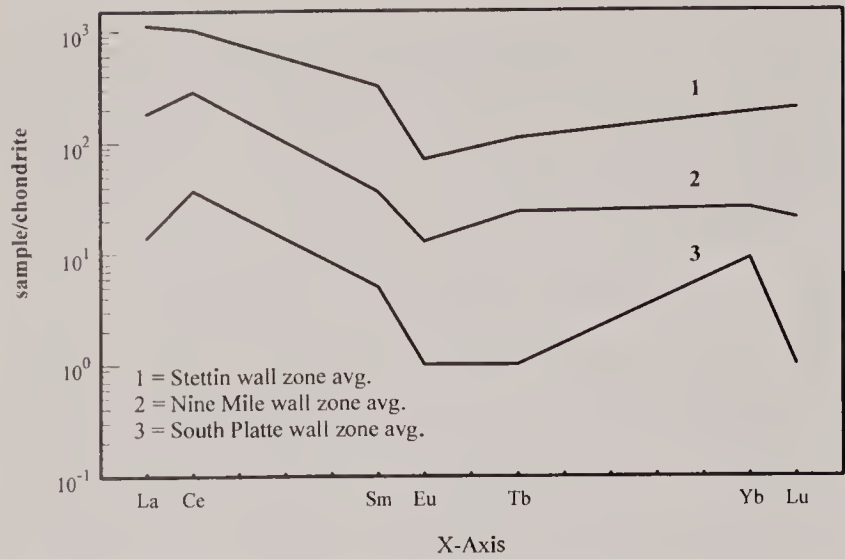



Fig. 10 - Chondrite normalized plot of average REE distribution in the average wall zones of the Wausau complex and South Platte district pegmatites.

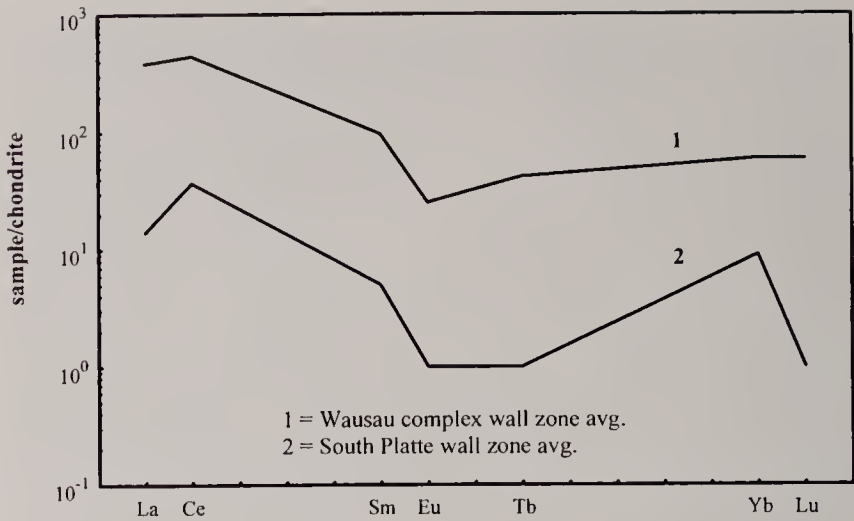



Fig. 11 - Chondrite normalized plot of average REE distribution in the wall zones of Stettin and Nine Mile pluton pegmatites compared to the wall zone composition of South Platte pegmatites.

wall zones of pegmatites from South Platte, Colorado (Simmons *et al.*, 1987). The wall zones of the Stettin pluton pegmatites, particularly in the amphibole- and pyroxene-bearing pegmatites, have the highest REE contents. It is obvious from Figures 9 through 11, that the REE in the Wausau complex are only slightly LREE-enriched.

The wall zones of pegmatites in the Nine Mile pluton, have a noticeably lower concentration of REE than those in the Stettin pluton (Fig. 10).

The distribution of modest sized REE-bearing minerals in the Wausau Complex pegmatites is generally diffuse, compared to similar REE-bearing minerals which occur in large masses in replacement units in the pegmatites of the South Platte district (Simmons *et al.*, 1987). Possibly, the higher F activity in the South Platte pegmatites enhanced the migration and enrichment of REE-bearing phases in late stage pegmatite units. The Wausau Complex is generally low in F and thus REE appear to remain more evenly distributed in the pegmatites. A fractionation is noticeable into the foot wall and the intermediate zones of the pegmatites in the Wausau Complex (Fig. 9).

Table 2: Neutron activation data for Wausau Complex pegmatites (all data in ppm). Chondrite normalizing values from Taylor and McLennan (1985). n.d. = not detected. Sample numbers refer to the following pegmatites:
WC-1: Wall zone of an unzoned zircon-bearing feldspar pegmatite from the tabular syenite in the outer rim of the Stettin pluton.
WC-2: Wall zone of an arfvedsonite-aegerine-augite-bearing pegmatite from the amphibole syenite of the Stettin pluton.
WC-3: Wall zone of an unzoned nepheline syenite pegmatite from the outer rim of the Stettin pluton.
WC-4: Wall zone (hanging wall) of pegmatite 917A (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-5: Zone of secondary miarolitic cavities in pegmatite 917A (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-6: Wall zone (footwall) of pegmatite 917A (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-7: Wall zone (hanging wall) of pegmatite 808A (group 4 pegmatite) in the Nine Mile pluton.

	WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6	WC-7
Mn	n.d.	346.83	665.78	n.d.	n.d.	n.d.	87.08
U	173.07	341.39	4.93	3.97	5.66	3.38	2.83
Ba	2507.30	4599.90	n.d.	785.45	n.d.	n.d.	717.57
Cs	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.33	1.65	2.06
Hf	1005.10	161.59	54.03	7.04	13.11	11.84	1.26
Rb	95.31	449.32	215.65	157.34	128.84	162.40	261.56
Sc	0.76	14.26	2.07	2.27	3.17	3.26	0.41
Ta	51.34	661.38	11.72	2.16	6.72	4.86	2.42
Th	112.67	491.38	5.35	12.33	9.97	17.31	2.99
Zn	n.d.	n.d.	98.88	n.d.	34.54	69.70	32.02
Chondrite							
Normalized							
La	167.35	3146.67	47.50	131.26	240.08	326.00	49.58
Ce	215.43	2834.77	16.90	49.15	266.69	202.51	21.02
Sm	133.17	805.58	18.35	33.06	51.59	68.51	11.23
Eu	30.01	171.30	9.57	18.52	14.96	18.70	11.06
Tb	112.33	189.03	25.42		51.14	54.53	
Yb	320.87	197.21	30.60	20.62	27.94	26.52	6.80
Lu	307.06	271.00	25.13	14.91	20.76	18.76	6.56

Table 3: Neutron activation data for Wausau Complex pegmatites (all data in ppm)
Chondrite normalizing values from Taylor and McLennan (1985). n.d. = not detected Sample numbers refer to the following pegmatites:
WC-8: Hanging wall aplite of pegmatite 808A (group 4 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-9: Wall zone (footwall) of pegmatite 808A (group 4 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-10: Zone of secondary miarolitic cavities of pegmatite 22C (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-11: Wall zone (hanging wall) of pegmatite 190H (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-12: Intermediate zone of pegmatite 190H (group 3 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-13: Intermediate zone of pegmatite 900A (group 2 pegmatite) in the Nine Mile pluton.
WC-14: Miarolitic cavity floor of pegmatite 900A (group 2 pegmatite) in the Nine Mile pluton.

	WC-8	WC-9	WC-10	WC-11	WC-12	WC-13	WC-14
Mn	n.d.	n.d.	298.10	n.d.	234.40	n.d.	n.d.
U	7.02	6.42	11.61	8.15	10.38	4.09	6.75
Ba	n.d.	n.d.	1325.20	n.d.	1499.60	792.00	n.d.
Cs	3.85	3.59	n.d.	2.84	6.58	n.d.	1.72
Hf	4.65	4.76	20.75	6.03	13.26	1.55	4.53
Rb	411.96	370.38	420.20	360.20	614.44	233.86	369.68
Sc	0.52	0.36	2.04	1.68	2.92	0.43	1.06
Ta	8.26	10.73	18.14	32.31	37.57	1.78	11.55
Th	34.37	11.26	21.96	9.46	105.19	3.55	12.21
Zn	40.54	n.d.	43.26	n.d.	75.06	31.51	31.94
Chondrite							
Normalized							
La	6.31	43.02	33.95	67.14	993.58	22.36	101.63
Ce	13.03	37.14	58.67	43.35	2371.25	36.41	44.78
Sm	5.73	31.32	14.56	18.34	123.75	8.01	29.04
Eu	6.10	13.96	6.11	9.03	20.87	14.42	7.46
Tb		42.65	37.44		73.90		
Yb	5.21	32.19	46.60	29.48	50.56	6.17	28.76
Lu	4.52	25.91	41.45	31.04	36.27	4.25	23.25

CONCLUSIONS

The Wausau Complex is a rift-related alkalic complex and as such bears a distinct geochemical signature. Černý (1991) divides pegmatites into two types, a LCT type (Li, Cs, and Ta enriched) of orogenic pegmatites and an NYF type (Nb, Y, and F enriched) of anorogenic affinity. The LCT type pegmatites are further subdivided into classes based on chemistry and mineralogy. However, this has not yet been done for the NYF type anorogenic pegmatites. A classical example of NYF pegmatites, the South Platte pegmatite district in Colorado, is presented in Simmons *et al.* (1987). Tectonically, the Wausau Complex pegmatites are clearly anorogenic but they do show some deviations from the general NYF type of pegmatites. Some F-, Nb-, Zr, and Th-enrichments are evident in parts of the Stettin pluton but these enrichment trends are lacking in the Nine Mile pluton. Therefore, the Wausau Complex might be more properly included in a separate class of pegmatite types, as it does not neatly fit into either the LCT type or NYF type pegmatites as described by Černý (1991). Since the enriched elements common to all four intrusive centers are Fe, Ti, and REE, an anorogenic pegmatite type "FeTiREE", indicating Fe, Ti, and REE-enrichment could be introduced here. With the exception of some minor Li and B mineralization, the Wausau Complex is depleted in B, which is similar to the South Platte district (Simmons et Al., 1987). Be is evident in the Nine Mile pluton but appears to be lacking in the Stettin pluton. Be is not common in the South Platte district but is present in a few pegmatites as beryl or gadolinite (Simmons *et al.*, 1987). The data presented here suggest that the highest REE contents occur in the wall zones of pegmatites in the Stettin pluton.

A comprehensive study of the mineralogy and geochemistry of the Wausau Complex and its pegmatites is in progress and will address some of the problems discussed above.

Acknowledgments

We are indebted to the following property owners in the Wausau area who graciously permitted sampling on their land: Robert Dehnel, Rainerd Zunker, Carl Wimmer, Robert Thurber, Thomas O'Brian, Paul Knopp, and Harold Beilke

Valuable input was received from the following mineral collectors of the Wausau area: Dr. Earl Johnson, David Bierbrauer, Dean Rein, Sr., Walter Tamminen, David Feck.

Field assistance was provided by Walter F. Prey and Ursula H. Falster.

Dr. Eugene E. Foord (USGS, Denver, Colorado), Thomas Campbell (Rapid City, South Dakota), and Kenneth Keester (Santa Barbara, California) assisted in the early stages of mineral identification and microphotography. Instrumental neutron activation analyses were carried out by the Phoenix Memorial Laboratory of the University of Michigan, Ann Arbor, through a grant to Wm. B. Simmons.

References

Černý P., 1991 - Fertile Granites of Precambrian Rare-element Fields: Is Geochemistry Controlled by Tectonic Setting or Source Lithologies? *Precambrian Research*, 51: 429-468.

Falster A. U., 1977 - Phenakite from Marathon County, Wisconsin. *The Mineralogical Record*, 8: 389-390.

Falster A. U., 1981 - Minerals of the Wausau pluton. *The Mineralogical Record*. 12: 93-97.

Falster A. U., 1986 - Minerals of the Stettin pluton, Marathon County, Wisconsin. *Rocks and Minerals*, 61: 74-78.

Falster A. U., 1987 - Minerals of the Pegmatitic Bodies in the Wausau pluton, Marathon County, Wisconsin. *Rocks and Minerals*, 62: 188-193.

Koellner S. E., 1974 - The Stettin Syenite Complex, Marathon County, Wisconsin: Petrography and Mineral Chemistry of Olivine, Pyroxene, Amphibole, Biotite, and Nepheline. *Unpublished M. S. Thesis, University of Wisconsin*, Madison.

Martin R. F. & Falster A. U., 1986 - Proterozoic Sanidine and Microcline in Pegmatite, Wausau Complex, Wisconsin. *The Canadian Mineralogist*, 24: 709-716.

Medaris L. G. & Guggenheim S., 1983 - An Occurrence of Agrellite and Miserite in the Wausau Complex, Marathon County, Wisconsin. In: 1983 Symposium on Alkaline Complexes, Wausau, Wisconsin. Abstract Volume.

Myers P. E, Sood M. K., Berlin L. A. & Falster A. U., 1984 - The Wausau Syenite Complex, Central Wisconsin. 30th Annual Institute on Lake Superior Geology. *Fieldtrip Guidebook* 3, 69 p.

Plyushnin G. S., 1969 - On the coloration of amazonite. *Zap. Vses. Mineral. Obshchest.*, 98: 3-17 (in Russian).

Simmons Wm. B., Lee M. T. & Brewster R. H. 1987 - Geochemistry and Evolution of the South Platte Granite-pegmatite System, Jefferson County, Colorado. *Geochimica et Cosmochimica*, 51: 455-471.

Smith J. V., 1974 - Feldspar minerals, Volume 1: Crystal structure and physical properties. Ch. 12. *Miscellaneous physical properties*: 556-600.

Sood M. K., Myers P. E. & Berlin L. A., 1980 - The Petrology, Geochemistry, and Contact Relations of the Stettin and Wausau Syenite Plutons, Central Wisconsin. 26th Annual Institute on Lake Superior Geology. *Fieldtrip guidebook*, 3, 59 p.

Taylor S. R. & McLennan S. M. 1985 - The Continental Crust: Its Composition and Evolution. *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, 312 p.

Van Schmus W. R., Medaris L. G. & Banks P. O., 1975a - Chronology of Precambrian Rocks in Wisconsin, I: The Wolf River Batholith, a Rapakivi Massif Approximately 1500 m. y. old. *Geological Society of America Bulletin*, 86: 907-914.

Van Schmus W. R., Thurman E. M. & Peterman Z. E., 1975b - Geology and Chronology of Precambrian Rocks in Wisconsin, II: Rb-Sr Data for the Older Rocks in Eastern and Central Wisconsin. *Geological Society of America Bulletin*, 86: 1255-1265.

Weidman S., 1907 - The Geology of North Central Wisconsin. *Wisconsin Geological and Natural History Survey*, XVI, 697 p.

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 29-43, 2000

Internal structures, parageneses and classification of the miarolitic Li-bearing complex pegmatites of Elba Island (Italy)

Federico Pezzotta*

Museo Civico di Storia Naturale of Milan, Corso Venezia 55 - 20121 Milan - Italy

Abstract - This paper reports a study on the internal structure, the mineralogy and the paragenetic sequence in pockets of the miarolitic complex pegmatites of Elba Island (Italy). Depending on structural and mineralogical characteristics these dikes are classified into four categories. Listed in order of increasing degree of evolution they are: 1) dikes without Li minerals; 2) Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning; 3) Li-bearing dikes with simple asymmetric zoning; 4) irregularly zoned Li-bearing dikes. The variable degree of evolution is reflected in a roughly zoned occurrence across the margin of the Mt. Capanne pluton, the more evolved dikes being located farthest away from the contacts in the thermometamorphic aureole. The dikes without Li minerals are barren miarolitic dikes with dispersed pegmatitic pods in the aplitic rock, and with a primitive pocket mineralogy. The Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning have a central portion with well developed asymmetric zoning, characterised by a mainly aplitic sodic lower unit, and a potassium rich pegmatitic upper unit, with large miarolitic cavities and an irregular, aplitic-pegmatitic peripheral portion, near the termination of the dike. The pocket mineralogy of the central portion is uniform and displays a moderate degree of evolution. In the peripheral portion the mineralogy of cavities ranges from primitive to highly evolved. The Li-bearing dikes with simple asymmetric zoning show structural and mineralogical characteristics similar to those of the central portion of the second category and have a uniform highly evolved pocket mineralogy. The irregularly zoned Li-bearing dikes are cavity-poor and display an irregular zoning which may be locally absent. These dikes, hosted in the hornfels, suffered massive loss of fluids during the crystallisation, as shown by alteration of the host rocks. This prevented internal structural differentiation and the formation of miarolitic cavities.

The pocket evolution is complex, especially in the large cavities of dikes of category 2, and includes pocket ruptures and one, and locally two, hydrothermal stages. The structural, mineralogical, and paragenetic characteristics of the dikes of the third category and the central portion of the ones of the second category, have many similarities with those reported in the literature for miarolitic, gem-bearing dikes from California and Afghanistan.

Riassunto - Questa pubblicazione riporta uno studio sulle strutture interne, sulla mineralogia e sulla paragenesi delle cavità delle pegmatiti miarolitiche complesse dell'Isola d'Elba (Italia). In base alle caratteristiche strutturali e mineralogiche questi filoni sono stati classificati in quattro categorie. Elencate in base al progressivo grado di evoluzione esse sono: 1) dicchi privi di minerali di Li; 2) dicchi contenenti Li con zonatura asimmetrica complessa; 3) dicchi contenenti Li con zonatura asimmetrica semplice; 4) dicchi contenenti Li irregolarmente zonati. Il variabile grado di evoluzione si riflette in una zonatura di affioramento attraverso il margine del M.te Capanne, dove i dicchi a più alto grado di evoluzione si trovano nell'anello di rocce termometamorfiche a maggior distanza dal contatto con il plutone. I dicchi privi di minerali di Li sono dicchi sterili miarolitici con concentrazioni pegmatitiche sporadiche entro la roccia aplitica, e presentano una mineralogia delle cavità poco evoluta. I dicchi contenenti Li con zonatura asimmetrica complessa presentano una porzione centrale con una ben sviluppata zonatura asimmetrica, caratterizzata da una unità inferiore aplitica prevalentemente sodica, e da un'unità superiore pegmatitica ricca in potassio, con ampie cavità miarolitiche. Questi filoni presentano, in prossimità delle loro estremità, porzioni periferiche irregolari aplitico-pegmatitiche. La mineralogia delle geodi della porzione centrale è uniforme e mostra un moderato grado di evoluzione. Nelle porzioni periferiche la mineralogia delle cavità va da primitiva a fortemente evoluta. I dicchi contenenti Li con zonatura asimmetrica semplice mostrano caratteristiche strutturali e mineralogiche simili a quelle della porzione centrale dei filoni della seconda categoria e presentano una mineralogia delle cavità uniforme e fortemente evoluta. I dicchi contenenti Li irregolarmente zonati sono poveri di cavità e mostrano una zonatura irregolare, talvolta assente. Questi dicchi, messisi in posto negli hornfels, hanno subito una massiccia perdita di fluidi durante la cristallizzazione, come indicato dalla alterazione della roccia incassante. Questo fenomeno ha impedito la differenziazione con formazione di strutture interne regolari e la formazione di cavità miarolitiche.

L'evoluzione delle geodi è complessa, soprattutto nel caso delle ampie cavità dei dicchi della seconda categoria, e comprende eventi di fratturazione e localmente uno, se non due, stadi idrotermali. Le caratteristiche strutturali, mineralogiche e paragenetiche dei dicchi della terza categoria e delle porzioni centrali di quelli della seconda categoria, hanno molte similitudini con quelle riportate in letteratura per i dicchi miarolitici, ricchi di gemme, della California e dell'Afghanistan.

Key words - granitic pegmatite, miarolitic cavity, Elba Island.

* E-mail: fpezzotta@yahoo.com

Introduction

The aplite-pegmatite intrusions of the Mt. Capanne Pluton, located in the western part of the Elba island (Tyrrhenian Sea, Italy), are known for their excellent pocket collectibles and rare accessory minerals, produced mainly in the past. Moreover, these intrusions are the only representatives of Li-bearing pegmatites in Italy.

Although the mineralogy of these dikes has been investigated since the 18th century, little is known about their geochemistry, petrogenesis and internal structure. Recently some studies were performed on these topics, and the first results are reported in Ruggeri and Lattanzi (1992), Aurisicchio *et al.* (1992), Pezzotta (1993a-b), Aurisicchio *et al.* (1994) and Pezzotta (1994), Orlandi and Pezzotta (1996).

One approach to the study of zoned pegmatites is the use of minerals with variable compositions and textures (e.g. tourmaline, beryl, micas, and feldspars) as recorders of petrogenetic information (e.g. Foord, 1976; Jahns, 1982; Shearer *et al.*, 1985; Jollif *et al.*, 1986). The colour of tourmalines is roughly indicative of their chemistry, and may be used to reveal the fractionation trends and relative degree of evolution of the rocks that host these minerals (Jollif *et al.*,1986, and reference therein). Distinct types of textures of many minerals (e.g. feldspars, tourmaline, micas, etc.), confined to particular zones of a structurally complex pegmatite, also evidence the evolution of the physicochemical conditions of crystallisation (e.g., London, 1992).

Here I report the structural, mineralogical and paragenetic features of the Mt. Capanne pegmatite field. The description and classification of the Elba pegmatites are based on abundance, distribution, texture, and parageneses of rock-forming minerals and accessory phases. This paper also discusses the petrogenesis and the internal evolution of these intrusions, as well as the regional zonal distribution of the different pegmatite types. Systematic analyses of mineral compositions and quantitative petrologic studies of selected dikes are in progress.

Much of the volume of the famous Elba pegmatites has been mined out before World War I (e.g. Sinkankas, 1981). During this study, detailed field work since 1985 resulted in finding about 45 unexplored dikes along the eastern margin of the Mt. Capanne pluton. They are rich in accessory phases and miarolitic cavities. The three-dimensional sampling and description of a number of selected dikes have been performed by mining, with collaboration of mineral collectors. Data on the famous but exhausted dikes were obtained from the literature, as well as from observations on veins outcropping in old quarries, pegmatite fragments in dumps, and specimens in public and private mineralogical collections.

The Mt. Capanne pluton

The Mt. Capanne pluton is the largest exposed intrusion of the Tuscan magmatic province, and makes up most of the western part of the Elba island (Fig. 1). The radiometric (Rb/Sr) age of the intrusion is 6.7-6.9 Ma (Ferrara and Tonarini, 1985).

The classification of the intrusive rocks of the Mt. Capanne pluton is problematic. Considering mode, chemistry, zircon morphology (Pupin, 1976, 1980) and abundance of mafic microgranular enclaves, they show calc-alkaline characteristics. In contrast, the abundant aluminous xenoliths, the presence of a cordierite-bearing facies and certain elemental ratios (Th/Ta, Th/U, La/Ta) are typical of peraluminous granitoids (Bussy, 1990). Poli *et al.* (1989), on the basis of geochemical and isotopic data, suggest that the Mt. Capanne granite originated from anatectic magmas formed by the partial melting of metapelitic rocks, metasomatically enriched in volatile elements. A subcrustal potassic magma might have been the heat source for the anatexis of the metapelitic rocks.

The pluton intruded, deformed and injected rocks of the tectonic unit IV described by Keller and Pialli (1990, and references therein), including ophiolites, radiolarites, limestones and flysch. The intrusion also produced a well-developed thermal aureole in the high horneblende hornfels facies.

The monzogranite dome

The "main facies" of the pluton consists of a medium-grained monzogranite. Near the contact with the country rocks, the equigranular granite becomes porphyritic, with large K-feldspar megacrysts. It contains quartz, plagioclase (zoned from An40 to An12), K-feldspar and biotite, accessory apatite, zircon, titanite, tourmaline, ilmenite, secondary chlorite, sericite, calcite, and a small amount of alteration minerals. Some dispersed grains of hercynite and local cordierite are distributed near the contact (Poli *et al.*, 1989).

Silicic dike rocks

Acidic dikes of the M.te Capanne aureole are shown in the diagram of figure 2. These intrusions, mainly composed of leucogranites and aplites (see the legend of Fig. 1) strike N-S and dip 30°- 75° E. They are hosted by the granodiorite phase of the pluton, along the contact of the granodiorite and thermomethamorphic rocks, and in the hornfels of the thermometamorphic aureole. Width of the dikes ranges from few centimetres up to 20 meters. The leucogranites have a medium grain size and a locally oriented magmatic texture. These rocks contain

Fig. 1 - Schematic geological map of the eastern margin of the Mt. Capanne pluton, Isola d'Elba (Italy). Simplified after the unpublished geological field map 1:5000 of the author.

Q, quaternary sediments; C, limestones and sandstones of complex V; Sc, metasedimentary hornfels of complex IV, composed by biotitic schists with local lenses of marbles; S, metabasic rocks of complex IV, composed by tremolite, antofillite, and talc bearing serpentinites, with local intense hydrothermal-thermometamorphic alteration associated with magnesite deposits; [symbol] Mt. Capanne monzogranite; [symbol] Leucogranite and aplite dikes; π, granitic porphyries.

Miarolitic aplite-pegmatite dikes: (1) dikes without Li minerals; (2) Li-bearing dikes with complex asymmetric zonation; (3) Li-bearing dikes with simple asymmetric zonation; (4) irregularly zoned to unzoned Li-beraing dikes. Old pegmatite quarries also are marked.

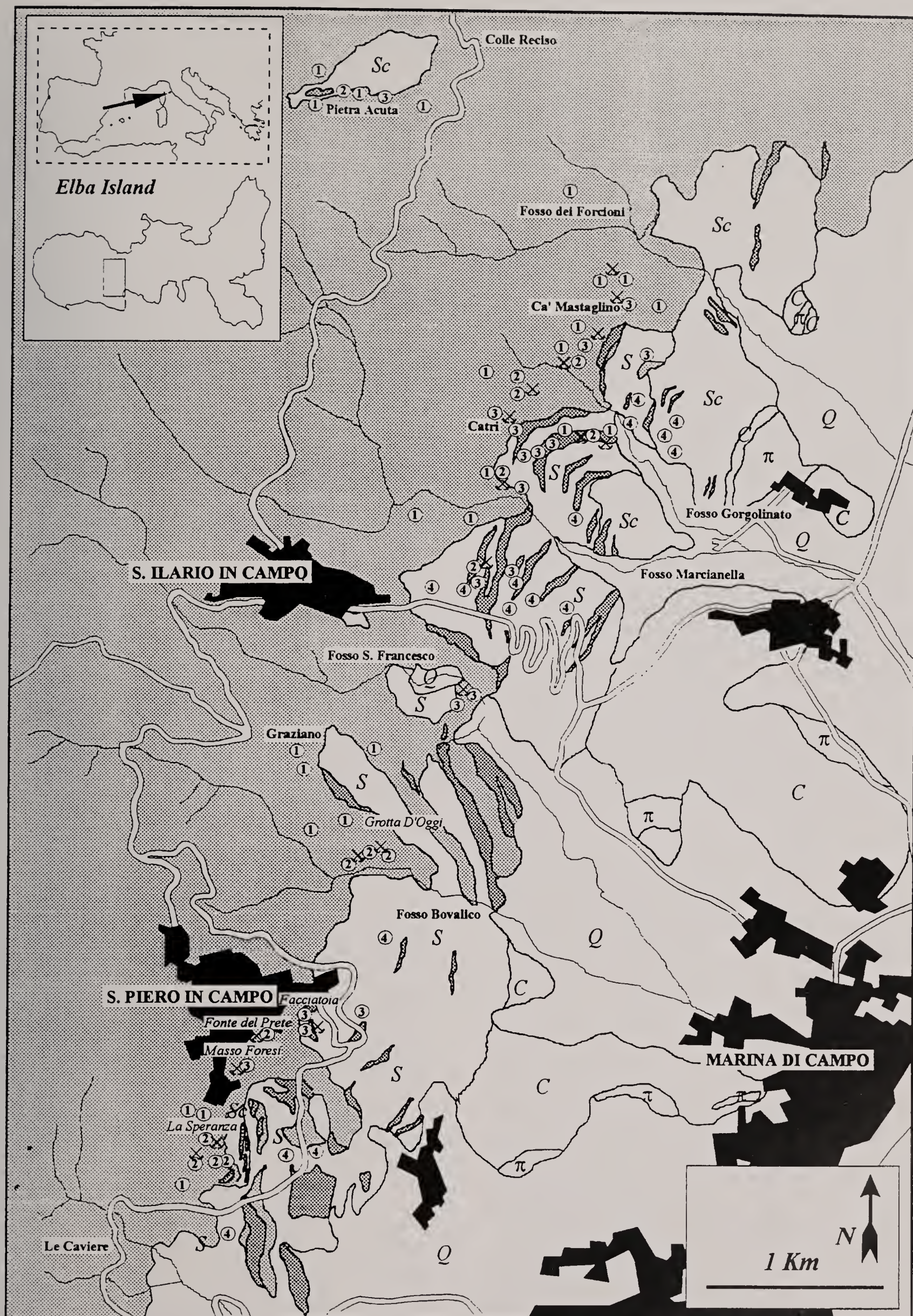
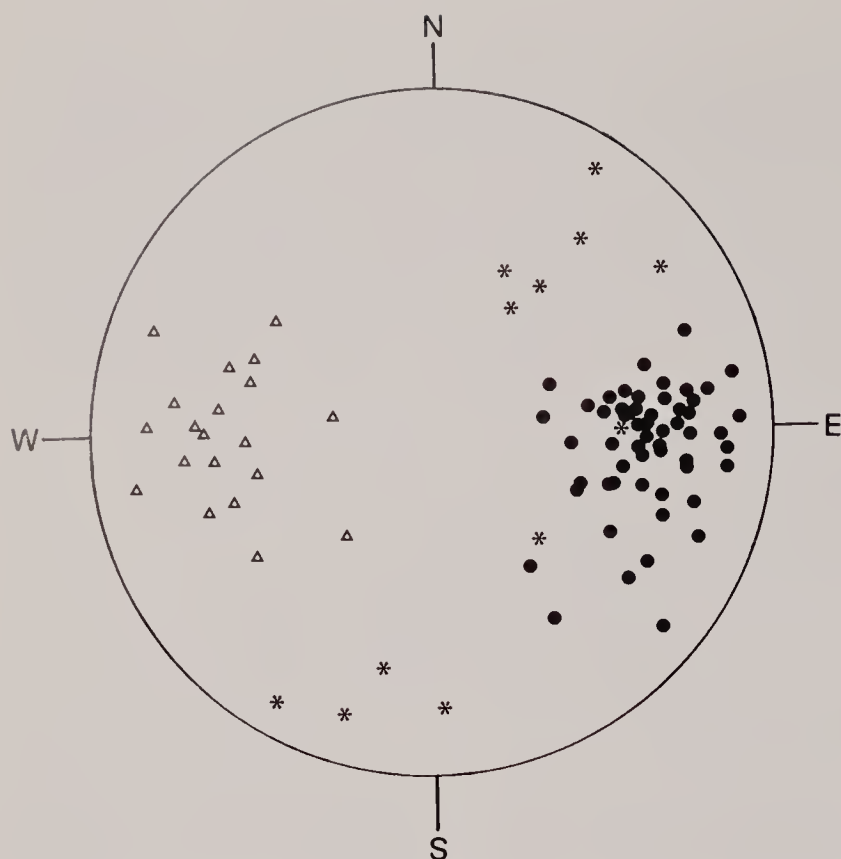



Fig. 2 - Pole diagram of the acid dikes outcropping along the E margin of the Mt. Capanne pluton. Triangles: leucogranite and aplite dikes; black points: miarolitic aplite-pegmatite dikes and associated aplites. Stars indicate fractures coated by late black tourmaline, feldspars, and quartz.

quartz, K-feldspar, plagioclase (5-30% An), subordinate biotite and white micas, and locally abundant cordierite. Tourmaline, zircon, apatite, titanite, andalusite, sulphides and other opaque minerals, are accessory phases. A late circulation of magmatic fluid is responsible for the local alteration of feldspars and Fe-Mg minerals. The aplites show a variable grain size, with rare patches of quartz-rich massive pegmatite. Flow textures, as well as multiple intrusion contacts and magmatic breccias, are widespread. Quartz, K-feldspar, plagioclase (5-20% An), scarce biotite and/or white micas are the rock-forming minerals. Zircon, apatite and andalusite are rare accessory phases. A tourmaline-rich facies, with abundant subhedral to anhedral tourmaline crystals, is widespread. This tourmaline-rich facies locally displays a strong deuteric alteration, with almost complete discoloration and/or chloritization of biotite, formation of iron hydroxides, and kaolinization and sericitization of feldspars.

Miarolitic Li-bearing aplite-pegmatite dikes

The aplite-pegmatite dikes containing the world-famous miarolitic cavities lined by euhedral crystals of several minerals species (Orlandi and Pezzotta, 1996) are widespread along the eastern contact of the pluton in its peripheral parts and in the surrounding thermometamorphic rocks (Aloisi, 1920; Marinelli, 1959; Carobbi and Rodolico, 1976). The best known occurrences are located near the villages of S.Piero in Campo and S. Ilario in Campo (Fig. 1). The size of these dikes ranges from few centimetres up to 2 meters in width, and up to 20 meters along strike.

In the pockets, two main stages of the paragenetic sequence have been already recognised (e.g. Carobbi and Rodolico, 1976):

- an "aplitic-pegmatitic" stage, consisting of K-feldspar, albite, quartz, tourmaline, beryl, lepidolite, petalite, pollucite and garnet.
- a "hydrothermal stage" responsible for the crystallisation of several zeolites, possibly pink elbaite and calcite, and the alteration of K-feldspar into kaolinite and/or zeolites.

Ruggeri and Lattanzi (1992) described these pegmatites as "miarolitic (shallow depth) pegmatites" in the classification scheme of Černý (1982a). The same authors, studying fluid inclusions in vug crystals of quartz, tourmaline and beryl, calculated the upper pressure limit for pegmatitic crystallisation at ~ 2 kbar. These data are consistent with independent geological evidence.

The attitude of the miarolitic, Li-bearing pegmatites, and the associated aplite dikes swarms, occurring along the western margin of the M.te Capanne pluton between Le Caviere (S of S.Piero) and Fosso dei Forcioni (N of S. Ilario), are shown in the pole diagram of figure 2. These dikes (categorised as (1), (2), (3), and (4) in Fig. 1) strike N-S and dip 35°-80° W. They are hosted in the granodiorite, in the larger leucogranitic and aplitic apophyses and dikes outcropping along the margin of the pluton, and in the thermometamorphic rocks.

The structural evidence indicates that the miarolitic, Li-bearing, pegmatities are the latest intrusions emplaced into the aureole of the Mt. Capanne pluton.

Fracture fillings and hydrothermal alteration

The attitude of a fracture system in the granodiorite of the eastern margin of the Mt. Capanne pluton, associated with quartz, feldspars, and black tourmaline crystallisation and local hydrothermal alterations, is also shown in the diagram of figure 2. These brittle structures, with negligible vertical movement slip, locally crosscut the miarolitic pegmatites (Aurisicchio et al, 1999).

The miarolitic aplite-pegmatite dikes

The study and the classification of the aplite-pegmatite dikes of the E margin of the Mt. Capanne pluton were performed taking into account the internal structure, textural patterns, rock-forming mineralogy and the abundance and distribution of accessory phases, colour of tourmaline, and pocket parageneses.

Microstructural observations were performed on thin sections cut along traverses across representative dikes. Pocket mineral parageneses have been deciphered by microscopic observations of the growth relationships among the different minerals. Besides a large number of small cavities, about sixteen large pockets have been observed in place and sampled by the author during this study.

Identification of minerals has been carried out by qualitative SEM analysis performed with an EDAX equipment attached on a Philips PW515 Scanning Electron Microscope; quantitative WDS analysis was carried out on an ARL SEMQ electron microprobe in wavelength-dispersive mode. An automated Rigaku difractometer and CuK(alpha) radiation were used for X-ray powder diffraction. Selected compositions of some minerals of the studied dikes

are reported in: Aurisicchio *et al.* (1988 - beryl); Orlandi *et al.* (1990 - Nb-Ta oxides); Aurisicchio *et al.* (1993 - uranopolycrase); Orlandi and Pezzotta (1993 - sekaninaite); Pezzotta (1994 - helvite); Pezzotta *et al.* (1996 - tourmaline); Aurisicchio *et al.* 1999 (tourmaline); Aurisicchio *et al.* 1998 (Nb-Ta oxides); Teerstra *et al.* 1998 (rubidium feldspars and pollucite).

The aplite-pegmatite dikes were classified into 4 categories: 1) dikes without Li minerals; 2) Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning; 3) Li-bearing dikes with simple asymmetric zoning; 4) irregularly zoned to unzoned Li-bearing dikes.

1) Dikes without Li minerals

The miarolitic dikes of this category are characterised by lack of Li-Cs minerals and by the presence of tourmaline crystals of exclusively black colour. These intrusions are abundant and are hosted by the monzogranite (in both the equigranular and porphyritic facies). Locally they also are hosted by the aplite and leucogranite masses emplaced along the contact between granodiorite and hornfels (Fig. 1). The dikes are a few centimetres to 1 meter thick and 2 to 20 meters long. Networks of small (1-20 cm thick) crosscutting veins can also be observed in the monzogranite. These intrusions do not display significant textural or mineralogical zoning. They are mainly aplitic, with the pegmatitic portions dispersed as irregular pods and veins. Pegmatitic dikes lacking aplite are exceptional. Miarolitic cavities, rarely exceeding 10 cm in diameter, occur only in pegmatitic portions.

The main components of the aplitic rock are quartz, K-feldspar, plagioclase and biotite. Black tourmaline is irregularly distributed. Blue beryl and zircon are rare accessory phases. Tourmaline occurs as primary, zoned, prismatic, euhedral crystals in aplite and pegmatite, and as radiating crystal groups and graphic intergrowths with quartz, albitic plagioclase, and perthitic-graphic K-feldspar in pegmatite. A second generation of intergranular tourmaline is common.

The mineralogy of miarolitic cavities reflects the primitive nature of these pegmatites. Only tourmaline and, exceptionally, zoned garnet (25-40% Alm, 60-75% Sps, with Mn-enriched rim) are locally abundant. Tourmaline needles (syntaxial on primitive crystals) and plumose aggregates are associated with the second generation of tourmaline. Other accessory phases are rare; the pocket paragenesis (Fig. 3) is very simple. No significant hydrothermal process of mineral alteration is developed.

Minerals — *Late stage massive pegm. growth* — *Pocket mineral growth*

Quartz
Feldspars
Tourmaline 1 2
Beryl 3 x 4
Cassiterite
Nb-Ta Oxides
Zircon
Apatite
Garnet

Early — *Late*

Fig. 3 - Paragenetic sequence in pockets developed in dikes without Li minerals. (1) Black prismatic crystals; (2) black needles; (3) pale blue beryl; (4) colourless to pale green beryl.

2) Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning

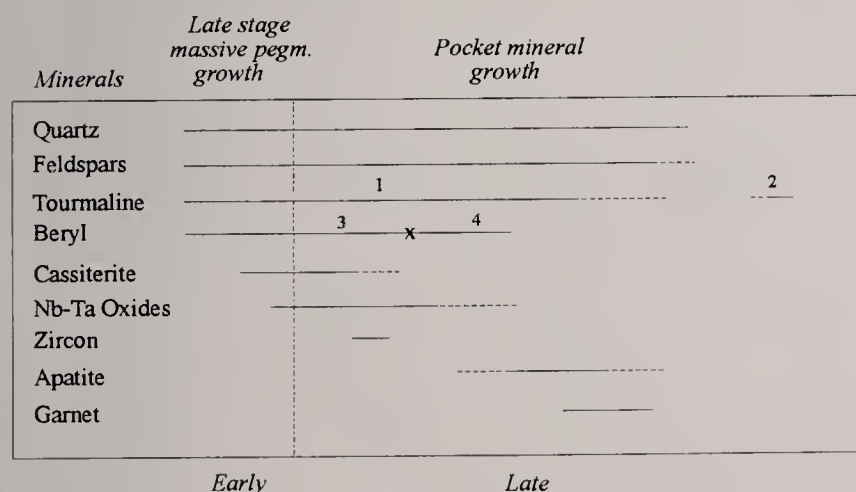
The miarolitic dikes of this category are characterised by Li-bearing accessory phases, and a complex three-dimensional asymmetric zonation. These dikes display a marked variation in grain size, in abundance and in textures of rock forming minerals, and in distribution as well as composition of accessory phases. Pocket parageneses range from primitive to highly evolved types. It is possible to assume that most of the famous dikes of Grotta d'Oggi, La Speranza, Fonte del Prete and Fosso Gorgolinato (Millosevich, 1914), belong to this category (see Fig. 1). Two of these dikes (named N1 and N2 in Pezzotta, 1993a) located about 50m SW from the famous locality "La Speranza", are of particular interest, having large dimensions and being only little eroded by natural agents. These two pegmatites, exploited for mineral specimens from 1990 to 1994, are here considered as representatives of the structures and mineralogy of the Li-bearing dikes of this category.

The dikes belonging to this category are hosted by the porphyritic monzogranite and, exceptionally, along the contact of the leucogranite with basic thermometamorphic rocks (Fig. 1). Most of them are 6-10 m long and 1-2 m thick. The dip can range from 25° to 75°. The contacts along strike are generally sharp, and the termination consist of a fingering-out network of small veins. In some cases, thin anastomising aplitic apophyses can run continuously for several tens of meters.

The N1 and N2 dikes are described here as typical examples of Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning. They are mutually similar but the larger one (N2) displays a much more complex zoning, which is a multiple of that displayed by in the N1 dike.

The S. Silvestro Dike (N1 dike)

Figure 4 represents a horizontal section across the N1 dike. A large "central portion" displays a well developed asymmetric zoning, with an aplitic footwall rich in Na and relatively depleted in K, and a coarse grained overlying quartz-perthite-albite pegmatite, enriched in K and poorer in Na. From the floor up to the hanging wall, 4 units have been distinguished: 1) aplitic footwall unit; 2) aplite-pegmatite unit; 3) pegmatitic core with pocket zone; 4) aplite-pegmatite hanging-wall unit. Near the termination of the dike, the central portion rapidly disappears into "peripheral portions". The peripheral portions are characterised by aplitic grain size with dispersed pegmatitic pods and veins and abundant monzogranite fragments, with locally extensive tourmalinization.

The footwall part of the N1 dike consists of 5-25 cm thick aplitic unit. This massive aplite has a sugary appearance and locally displays a banded texture which consists of 0.1-1 cm thick layers. These layers reflect variation in grain size and in concentration of plagioclase, K-feldspar and biotite. The rock consists of abundant plagioclase and quartz, scarce K-

Porphyric monzogranite | Aplitic unit | Aplite-pegmatite unit | Pegmatitic core | Aplite-pegmatite unit | Porphyric monzogranite

Hanging wall contact

Floor contact

10 cm

CENTRAL PART

PERIPHERAL PART

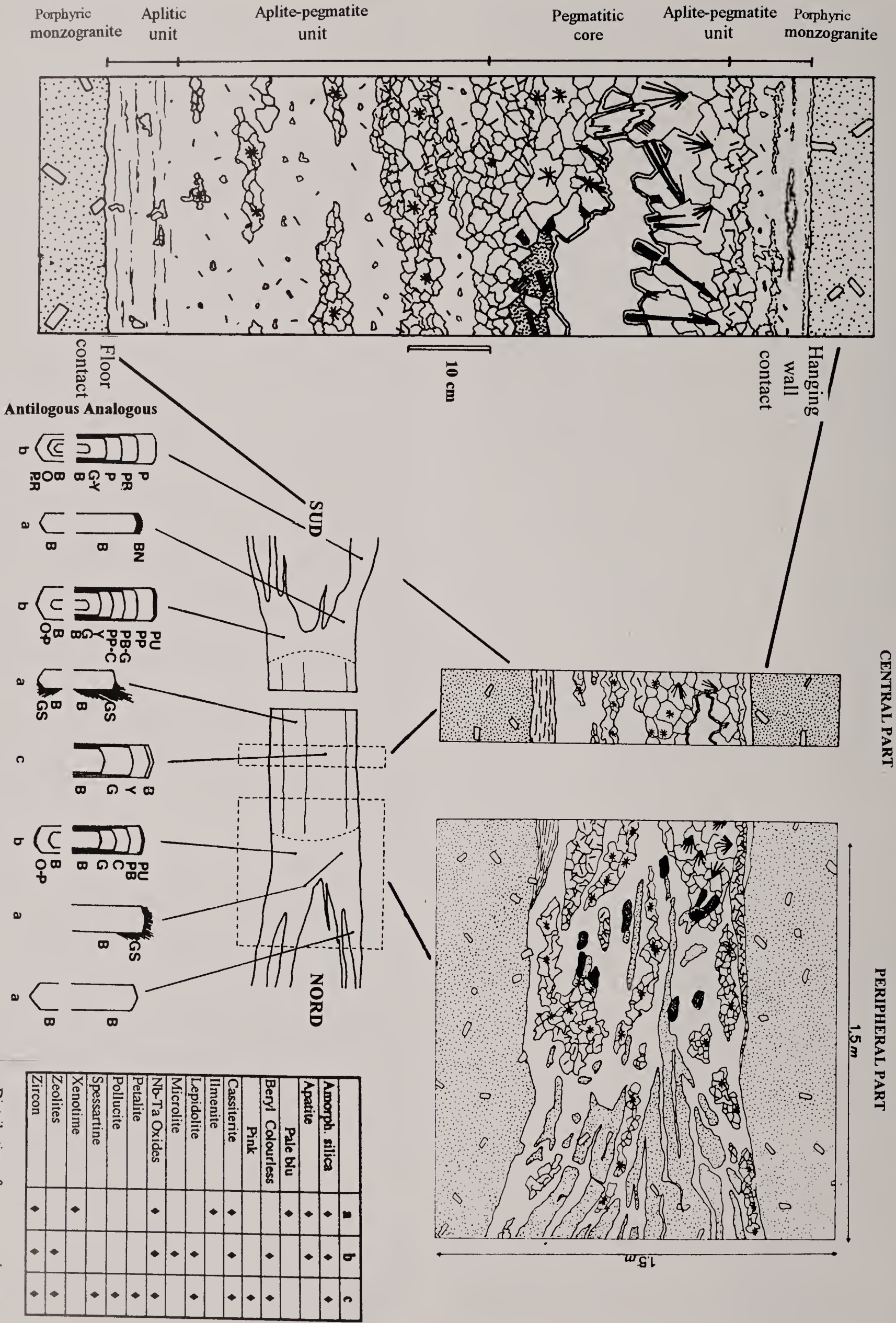
1,5 m

SUD

NORD

Antilogous Analogous

	a	b	c
Amorph. silica	♦	♦	♦
Apatite	♦	♦	
Pale blu	♦		
Beryl Colourless		♦	♦
Pink			♦
Cassiterite	♦	♦	♦
Ilmenite	♦		
Lepidolite		♦	♦
Microlite		♦	
Nb-Ta Oxides	♦	♦	♦
Petalite			♦
Pollucite			♦
Spessartine			♦
Xenotime	♦		
Zeolites		♦	♦
Zircon	♦	♦	♦

Distribution of accessory phases

feldspar, and sparsely distributed biotite. Plagioclase forms euhedral to anhedral progressively zoned crystals (14-5% An). Little euhedral and progressively zoned Ca-richer (20-8%) plagioclase crystals also are abundant in the mass of aplite and locally as inclusions in the K-feldspar. K-feldspar is present as anhedral grains and in larger (up to 1.5 cm) perthitic crystals with graphic quartz, elongated roughly perpendicular to the wallrock contact. Biotite is present as fine-grained flakes at the contact with the host wall rock, and as medium-grained elongated crystals in the others portion of the aplite. Micrographic biotite-quartz intergrowth, as well as replacement and/or overgrowth by white micas, are common along the margins of the biotite crystals. Tourmaline is normally present as a rare accessory phase; it is concentrated in anhedral fracture-filling grains, preferentially associated with K-feldspar.

The aplite unit grades upward into a roughly stratified 30-50 cm thick aplite-pegmatite unit (Fig. 5). The layering is concordant with the attitude of the dike and consists of 2 to 4 cm thick discontinuous lenses of coarse-grained miarolitic pegmatite, alternating with fine-grained aplite. The pegmatitic lenses are characterised by: enrichment in K-feldspar, small miarolitic cavities (few cubic centimetres in volume), absence of biotite near the pockets and graphic tourmaline-quartz intergrowths. Small pockets (maximum 1 cm^3 in volume) also are present in the aplitic lenses. Plagioclase grains (8-4% An) are mainly euhedral. Perthitic K-feldspar with graphic quartz are concentrated in pegmatitic lenses. Biotite, in baguette-like crystals, is rimmed by white micas and partially discoloured and/or chloritised. Graphic tourmaline-quartz intergrowths are common in pegmatite and locally also form fracture fillings in K-feldspar. Blue to colourless beryl is a rare accessory phase. In the upper part of the aplite-pegmatite unit a weakly albitised pethitic K-feldspar contains anhedral to euhedral albite-rich plagioclase crystals in fractures.

The aplite-pegmatite unit grades upward into a 20-45 cm thick giant-textured pegmatite. Almost all of the volume of the miarolitic cavities contained in the dike is confined to this pegmatitic core. A large, flat, irregularly oblate pocket (2.30 x 0.35 x 0.80 meters) was discovered in December 1990 in the pegmatitic core of N1 dike. The volume of this "Main Pocket" (approximately 500 dm^3) largely exceeds the sum of the volumes of all other pockets found in the dike. This miarolitic cavity locally extends down into the aplite-pegmatite unit.

A "pocket horizon" divides the pegmatitic core into a lower and an upper part, with partially different textural and modal characteristics.

The lower part has a 3-6 cm grain size, common small miarolitic cavities a few cubic centimetres in volume, relatively abundant albite (4-0% An) mainly in coarse graphic intergrowth with quartz; perthitic K-feldspar with graphic quartz (4-6 cm across); rare quartz-tourmaline graphic intergrowth and biotite in baguette-like crystals up to 5 cm, confined to the contact with the lower unit, largely transformed into white micas.

The part of the pegmatitic core lying above the pocket horizon is characterised by a blocky texture (up to 25 cm in grain size); absence of miarolitic cavities; very scarce albite which becomes abundant only close to large cavities; abundant perthitic K-feldspar (15-25 cm across) with graphic quartz; locally abundant graphic quartz-tourmaline intergrowths rapidly turning into radiating groups of euhedral crystals, or into single crystals projecting downward perpendicular to the roof of the pocket; and anhedral quartz masses up to 10 cm in diameter. Biotite is confined to the upper contact of the unit. All around the large miarolitic cavities, but mainly around the "main pocket", radial microfractures are present, filled with albite and rarely also quartz and/or green tourmaline. These brittle deformations, particularly evident on microscopic observation, control a widespread and abundant albitisation of the K-feldspar.

The Aplite-Pegmatite Hanging-Wall Unit (3 to 12 cm thick), has a medium grain size (1-2 cm) and consists of abundant perthitic K-feldspar with graphic quartz, plagioclase (8-2% An), and biotite. Smaller grain size is typical at the contact with the host rock. This thin aplitic portion contains scarce plagioclase in anhedral spots and as rare small euhedral crystals, moderately Ca-rich, similar to those of the aplitic footwall unit. Albitisation of K-feldspar is widespread. Tourmaline is present both as cavity-grown and fracture-filling crystals.

The peripheral portions are fine to medium-grained with irregularly dispersed pods, spots and veins of pegmatitic grain size. Pockets rarely reach 1 dm^3 in volume. Monzogranite xenoliths, and locally also the monzogranite portions beneath the pegmatite veins, display moderate to complete tourmalinisation. In this process, feldspars and biotite are completely replaced by tourmaline crystal aggregates, generating masses of tourmaline and quartz.

The contact of aplitic-pegmatitic dike with monzogranite is sharp. The oscillatory zoned plagioclase and K-feldspar crystals of the monzogranite are cut by the dike, and display well-developed syntaxic overgrowth in the endocontact. A progressive compositional zoning (25-10% An), which contrasts with the oscillatory zoning (40-12% An) of the crystals of the monzogranite, characterises the plagioclase overgrowth. In a 1-2 cm thick band of the exocontact, biotite displays a slight alteration, and is locally rimmed by a thin overgrowth of white mica (probably zinnwaldite; C. Aurisicchio, pers. comm.). In the same area, myrmekite is abundant, in particular along the

Fig. 4 - Internal structure, tourmaline colours, and accessory phase distribution in the N1 Dike. Dike section perpendicular to dip and parallel to strike.
porphyric monzogranite; tourmalinized monzogranite; aplite; pegmatite; miarolitic cavities; quartz-tourmaline graphic aggregates; tourmaline sprays locally degenerating in comb texture; biotite; lepidolite; petalite; pockets hydrothermal clays.
Tourmaline colors: B = black; BN = black needles; C = colorless; G = green; GS = green sprays; Y = yellow; O = orange; P = pink; PB = pale blue; PP = pale pink; PU = purple; R = red.

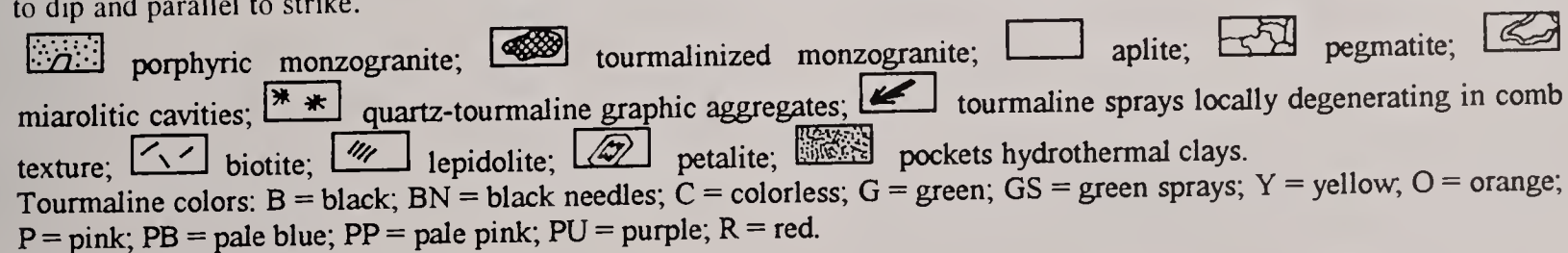
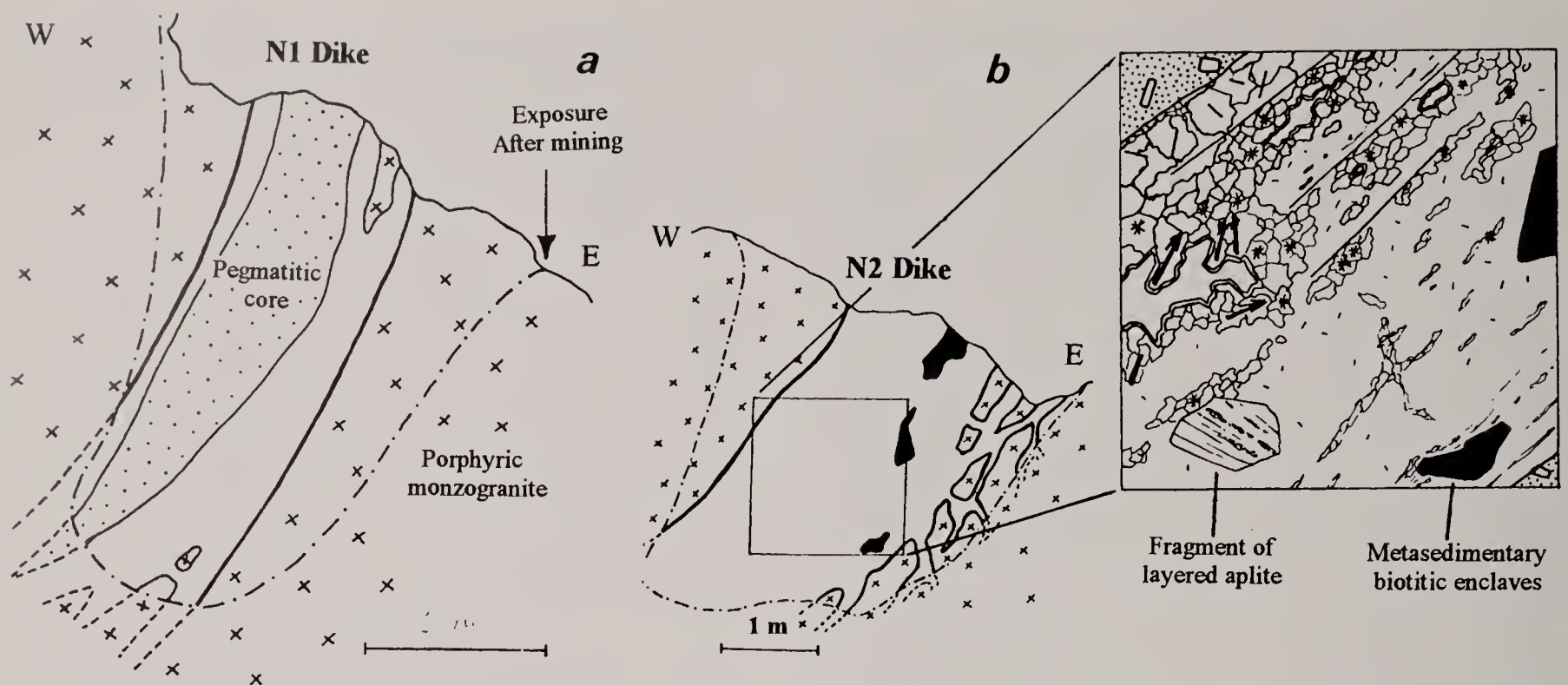



Fig. 5 - (a) N1 Dike in a vertical section, perpendicular to strike; (b) N2 Dike in a vertical section, perpendicular to strike. The insert has the same legend as figure 4.

dike contact. These phenomena, associated with albitisation of K-feldspar, are much more abundant in the monzogranite of the upper exocontact of the central portion than in other parts of the contacts.

A vertical section of N1 dike, perpendicular to the strike (Fig. 5a), reveals a progressive thinning of the pegmatitic core. The aplitic and aplitic-pegmatitic units suddenly lose their characters when granitic enclaves occur in the dike, indicating the limit of the central portion and the transition to the peripheral portion.

The Rosina Dike (N2 dike)

The N2 dike is similar to the N1 dike but is larger (10 m long and 2 m thick), and displays a complex structure of the central portion, which is a multiple repetition of the more simpler N1 structure.

A vertical section of the N2 dike, perpendicular to the strike (Fig. 5b), displays a sharp irregular contact with the monzogranite at the hanging-wall contact; a network of aplitic veins characterises the floor. The dike, from the floor to the hanging wall, can be divided into a lower unit (up to 80 cm thick), mainly aplitic, and an upper unit (up to 1.20 cm thick) consisting of 2 or even 3 repetitions of "aplitic footwall unit-pegmatitic hangingwall unit" pairs.

The massive aplitic lower unit is locally roughly stratified and contains xenolits of monzogranite, of biotitic metasedimentary rock and of stratified aplite. Pods and fracture-filling pegmatitic veins also are present. In September 1993, a single subspherical large pocket (about 75 dm^3 in volume) was found in a pegmatitic pod completely hosted in this aplitic unit.

In the upper unit of the N2 dike, abundant small to medium size pockets (up to 20 dm^3 in volume) are developed in a single "aplitic footwall unit-pegmatitic hangingwall unit" pair. A series of medium to large pockets (up to 80 dm^3 in volume) resides in a core region derived from the coalescence of many "aplitic footwall unit-pegmatitic hangingwall unit" pair. A peculiarity of the core region is the presence of sekaninaite in micrographic intergrowth with quartz (Orlandi and Pezzotta, 1993), which is abundant along the contact of aplite and pegmatite, below the pocket horizon. Individual "aplitic footwall unit-pegmatitic hangingwall unit" pairs are frequently bordered by fracture-like planes filled by elongated, multicentimetric, biotite crystals. The grain size of the "core region" can be exceptionally coarse, and at larger pockets perthitic K-feldspar with graphic quartz as well as quartz masses can attain 30 cm in diameter. Tourmaline crystals are up to 40 x 4.5 cm in size.

A vertical NW-SE fracture crosscuts the dike (and also some pockets) inducing partial alteration and recrystallisation of feldspars and quartz.

Pocket parageneses

The pocket parageneses of the dikes of this group range from primitive to highly evolved. The greatest variability of pocket mineralogy is characteristic of the peripheral portions. The large pockets of the central zone show relatively uniform parageneses of intermediate diversification.

The colours of tourmaline crystals and the distribution of the associated accessory phases in pockets of the N1 dike are shown in figure 4. Cavities with black tourmaline in peripheral portions are only indicated where this mineral is abundant. Moreover, rare, primitive small to minute pockets also are widespread in the rest of the peripheral portions as well as in the aplite-pegmatite unit of the central portion. In central and peripheral portions, in an area adjacent to the "main pocket", an overgrowth of green radiating tourmaline needles on black crystals can be observed. The primitive assemblage of accessory phases (indicated with -a- in Fig. 4) displays a paragenetic sequence similar to the simple one described in figure 3. The succession of colours in the polychrome tourmaline (from black, to green, yellow, and pink) indicates a high degree of evolution in some pockets of the peripheral zones. All tourmaline crystals in the

pockets of the pegmatitic core have similar colours, indicating an intermediate degree of evolution. In the pockets of the central portions (e.g., N1 Dike Main Pocket), differentiation strongly concentrates minor elements including Li, B, and Mn as well as trace elements such as Ta, Cs, Ti, W, U, and Be.

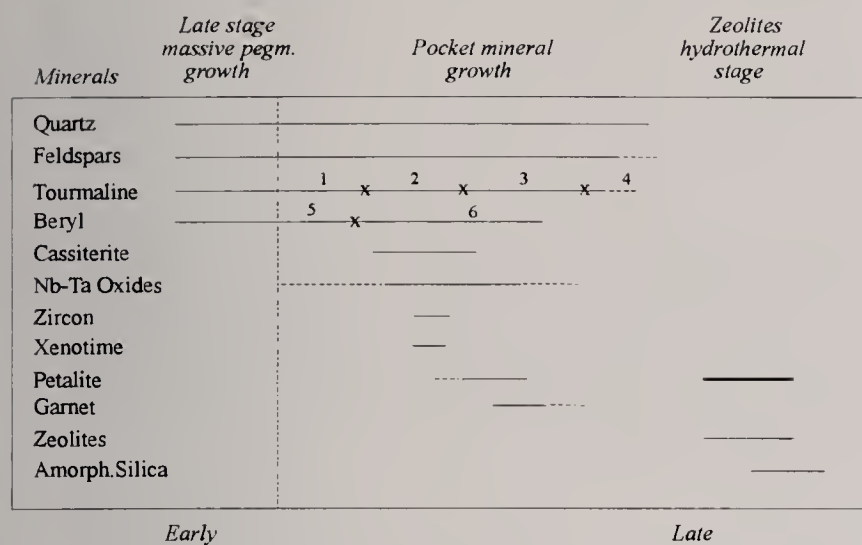



Fig. 6 - Paragenetic sequence observed in the large, aplite-hosted pocket found in the N2 dike. (1) Black tourmaline; (2) Yellow-brown tourmaline; (3) dark brown tourmaline; (4) dark purple tourmaline; (5) pale blue beryl; (6) colourless beryl. Bold line: solution-alteration.

Figures 6, 7, 8, and 9 illustrate progressive evolution of the paragenetic sequences in representative pockets of the N1 and N2 dikes.

The moderately primitive paragenetic sequence reported in figure 6 characterises the large aplite-hosted pocket found in the N2 Dike. The crystals of K-feldspar, albite, quartz, and tourmaline were deeply rooted to the pocket walls, and K-feldspar was mainly concentrated at the roof of the pocket, whereas albite dominates on the floor. Garnet crystals (0.2 to 1.0 cm across, progressively zoned; 93-97% Sps, 7-3% Alm) are present in a large number in cavities. Moreover, preliminary analytical data indicate that the Mn content of tourmaline crystals from this cavity progressively increased during crystallisation to 7.5% MnO (a common feature of the Elba tourmalines; Aurisicchio *et al.*, in progress) and dropped abruptly to less than 0.2% when the nucleation of garnet began.

A moderately more evolved paragenetic sequence is observed in the series of partially interconnected large cavities, in the core of the N2 Dike (Fig. 7). The evolution of these pockets includes:

(a) a moderate mineral segregation associated with a reverse alkali distribution similar to that described by Stern *et al.* (1986, page 420) in a pegmatite from California (albite, tourmaline and beryl preferentially along the roof of the pocket; K-feldspar is more abundant on the floor of the cavity, in many crystals of small size, whereas in the roof it composes rare but large crystals);

(b) the presence of pollucite and of a late overgrowth of green tourmaline;

(c) the presence of moderate amount of helvite in tetrahedral crystals (up to 4 cm across, now largely altered and dissolved; Pezzotta, 1994);

(d) crystallisation of garnet at primitive stages of evolution of the pockets;

(e) pocket rupture during the mineral growth which caused a partial collapse of the roof of the cavity;

(f) a new generation of beryl after the pocket rupture.

In some cavities intersected by a fracture cross-cutting the dike (belonging to the same fracture system as shown in Fig. 2) a second pocket rupture occurs. In these cavities a second hydrothermal event is associated with a new generation of milky quartz, albite, K-feldspar, and black tourmaline (with syntaxic overgrowth on older crystals and abundant new nucleation), and a partial dissolution of beryl, and an almost complete dissolution of petalite, pollucite, helvite, zeolites, and hyalite. Quartz and albite microcrystals, mainly concentrated on the floor of the pockets, replace locally the zeolites.

Figure 8 shows the paragenetic sequence observed in the main pocket of the N1 Dike. Compared to the pockets illustrated in figure 7, the more evolved par-

Fig. 7 - Paragenetic sequence observed in the pocket system in the pegmatite core of the N2 Dike. (1) Probable beginning of the reverse alkali differentiation; (2) crystallisation mainly of albite, partially coating tourmaline and other previously crystallised minerals; (3) black to dark brown tourmaline; (4) narrow overgrowth and fracture filling of green tourmaline; (5) Pale blue-colourless beryl; (6) Pale blue-colourless beryl of a new generation; (7) milky quartz overgrowth, abundant nucleation of minute crystals, and replacement of zeolites; (8) abundant albite and glassy-colourless K-feldspar, nucleation and overgrowth on older crystals; (9) tourmaline overgrowth and nucleation of black needles. Bold line: solution-alteration.

Fig. 8 - Paragenetic sequence observed in the main pocket of the N1 Dike. (1) Probable starting of the reverse alkali differentiation; (2) crystallisation mainly of albite; (3) black tourmaline; (4) yellow-green tourmaline; (5) pale blue beryl; (6) colourless to pink beryl; (7) pink beryl of new generation; (8) second generation of lepidolite. Bold line: solution-alteration.

agenesis of this cavity is indicated by the presence of lepidolite and green to yellow tourmaline. Other remarkable differences are demonstrated by a more evolved mineral segregation and reverse alkali distribution developed since the first stages of pocket mineral growth (with lepidolite preferentially spread on the floor of the pocket), by crystallisation of mainly albite among feldspars, during the post-rupture mineral growth, covering the previous crystallised minerals with a 1 - 2 cm thick layer, and by the crystallisation, during the post-rupture growth, of a new generation of lepidolite in small masses of minute pink crystals, distributed on the floor of the pocket (locally replacing petalite) and encrusting larger, pre-existing mineral aggregates.

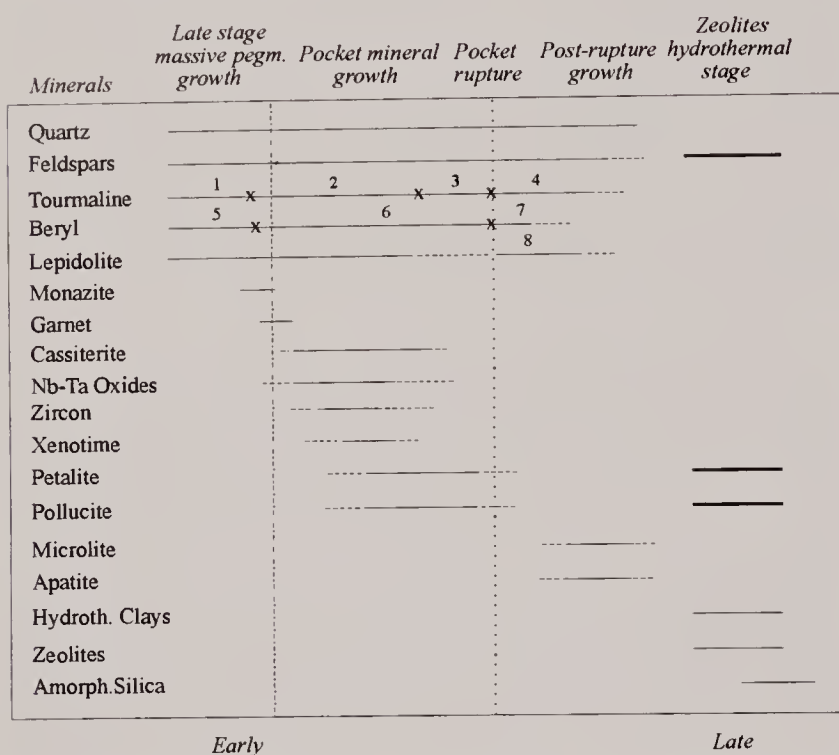



Fig. 9 - Paragenetic sequence observed in highly evolved pockets in the N2 Dike. (1) Black tourmaline; (2) green to pink tourmaline; (3) growth of floating, doubly terminated tourmaline "pencils"; (4) abundant new nucleation of tourmaline with overgrowth on previous crystals; (5) colourless beryl; (6) pink beryl; (7) colourless to pale pink beryl of a new generation; (8) lepidolite partially pseudomorphous after pink tourmaline, K-feldspar, and petalite. Bold line: solution-alteration.

The paragenetic sequence, observed in the highly evolved miarolitic cavities (of moderately small size) in the peripheral parts of N1 and N2 dikes, is reported in figure 9. Remarkable differences from the paragenetic sequence of the Main Pocket of the N1 Dike are the absence of mineral segregation, a complex history of tourmaline growth, the more precocious crystallisation of garnet, and the abundant presence of a second generation of lepidolite, in large aggregates of millimetric crystals, partially replacing pink tourmaline, K-feldspar and petalite. K-feldspar in these pockets becomes grey to pink-red in colour. The change of the tourmaline colour from black to green, and locally also from green to pink, occurred before the pocket growth of crystals. Before the pocket rupture, rare, floating, doubly terminated tourmaline "pencils" crystallised, usually pink in colour. After the pocket rupture, a locally abundant new tourmaline generation (green to pink) produced thousands minute doubly terminated needles. These submillimetric tourmalines, locally together with minute crystals of albite and mica, coated all the other minerals as a "snow on the roof", reflecting a nearly stagnant parent medium.

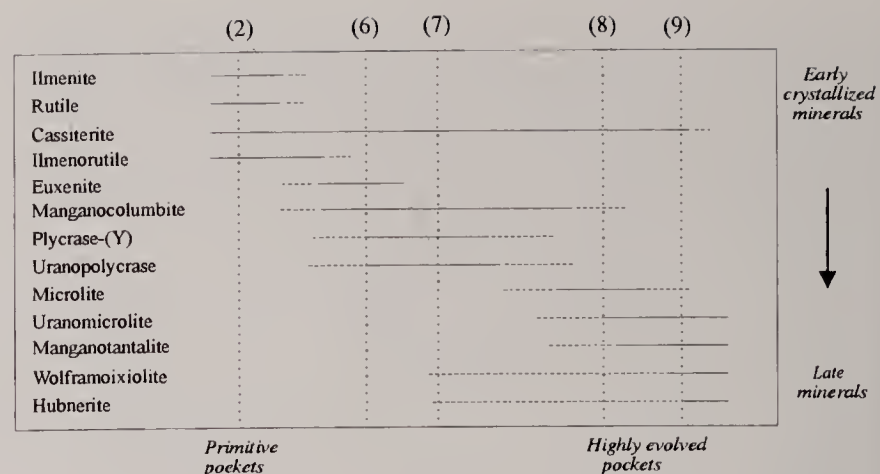



Fig. 10 - Associations of oxide and wolframate minerals in the studied pegmatites, depending on the degree of evolution of the mineralogy in the pockets. (3), (6), (7), (8), and (9), indicate the association of oxides and wolframates observed in the pockets reported respectively in figure 3, 6, 7, 8 and 9. (*) indicates an uncertain position of the mineral in the diagram, because of limited analytical and paragenetic data reported in the literature and obtained by the author.

Figure 10 details the association of oxide and wolframate minerals in these pegmatites, depending on the evolution of the mineralogy of the pockets. These minerals can be found intergrown mutually, locally in epitaxial aggregates, and associated with zircon, monazite and xenotime.

The study of miarolitic cavities from other Li-bearing dikes with complex asymmetric zoning, in the S.Piero and S.Ilario areas, indicates mineral assemblages and pocket parageneses close to those described for the N1 and N2 dikes. Even if garnet and/or petalite and pollucite are locally rare (up to absent), no significant variation of the paragenesis of the other minerals can be observed. It is noteworthy that pocket albite, in the N1 and N2 dikes as well as in all the other observed dikes, occurs in white to pale azure stocky crystals and curved aggregates (overgrown on graphic intergrowths of albite plus quartz) but never develops clevelandite morphology.

3) Li-bearing dikes with simple asymmetric zoning

The miarolitic dikes of this group are characterised by Li-bearing accessory phases, and by a simple asymmetric zoning. The grain size, the abundance and the textures of rock-forming minerals, change in the direction perpendicular to the walls. The pockets parageneses, the tourmaline colours, and the mineral assemblages, usually highly evolved, are similar (or were identical) in all the cavities of the same dike. Considering old samples and the outcrops in abandoned quarries, it is possible to assume that at least a part of the dikes of the famous localities of Masso Foresi, Facciatoia, Catri, Fosso Gorgolinato, and Fosso dei Forcioni (Millosevich, 1914) belong to this type.

These dikes are hosted in the porphyritic monzogranite close to the contact with the country rocks, in the E-dipping aplite (locally deuterised and with accessory tourmaline) and leucogranite dikes, and in the thermometamorphic (extensively hydrothermally altered) mafic rocks of the contact aureole. The pegmatites have a flat shape and are often intruded "en echelon". Low-angle intersections of two or three dikes can be locally observed. The dikes are small: they are 6-8 meters long and rarely exceed the thickness of 25 centimetres. Miarolitic cavities are locally

abundant, and the largest ones (exceptionally up to 120 x 80 x 25 centimetres) have been observed in dike intersections. Along the exocontacts the same mineral alterations occur as described for the second category of dikes.

Two kinds of Li-bearing dikes with asymmetric zonation have been distinguished depending on mineral textures:(1) a "Facciatoia Type", and (2) a "Catri Type".

On a small scale, the intrusions of the Facciatoia Type have structures and mineral textures similar to those described for the central portion of the dikes of the second category. Indeed, in a dike 15-20 cm across, an aplitic footwall unit transitional to a pegmatitic-miarolitic zone, and an aplitic-pegmatitic hangingwall unit can be observed. Tourmaline (as graphic intergrowth with quartz) and lepidolite (as isolated centimetric primary crystals, and as microcrystalline small masses of late replacive origin on petalite, pollucite, and pink tourmaline, and probably also feldspars and quartz) are abundant along the pocket horizon.

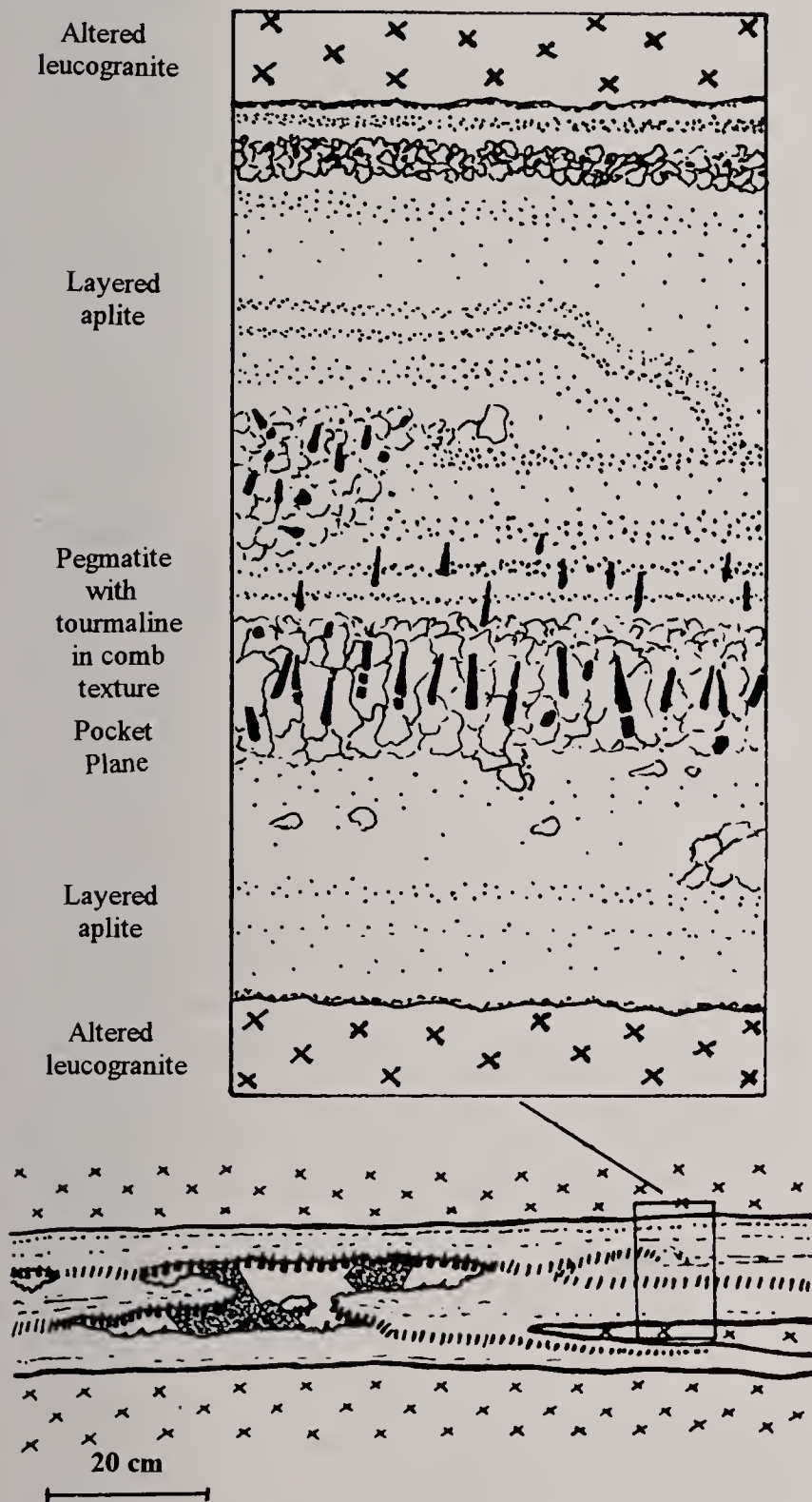



Fig. 11 - Internal structure of a Catri Type dike, with multiple aplite-pegmatite layers. Dike section perpendicular to dip and parallel to strike. Note the pocket with tourmaline crystals preferentially lining the roof, and with large altered petalite crystals, in the lower part of the figure.

The dikes of the Catri Type are stratified, and characterised by texturally and paragenetically segregated layered aplitic and pegmatitic units (Fig. 11). A constant feature is the presence of tourmaline crystals, grown perpendicularly to the walls downwards (comb texture). Sodium-enriched aplite has sugary appearance and is composed of albitic plagioclase (7-2% An), quartz, rare K-feldspar, and accessory white to pink micas in small flat crystals, rare biotite, and sekaninaite. In contrast, pegmatitic (1 to 4 cm in grain size), potassium-enriched units are composed of K-feldspar, quartz, scarce albitic plagioclase, tourmaline, and lepidolite. Albitic plagioclase is mainly concentrated below the pocket horizon. K-feldspar is perthitic and commonly deeply albitised; crystals grow perpendicular to the roof, and have a graphic intergrowth with quartz at the root. At the base of comb tourmaline crystals, a tourmaline-quartz graphic symplectite rapidly turns into a single tourmaline crystal with a quartz core, and finally into a quartz-free tourmaline prism. In subvertical dikes, tourmaline comb texture can be developed concentrically, from both walls inwards.

The rare dikes hosted in extensively hydrothermally altered mafic rocks have a reaction aureole in the exocontact, locally rich in radiating crystals of black tourmaline. These intrusions, mainly of pegmatitic nature, are intermediate between Facciatoia and Catri Type, and have tourmaline in graphic intergrowth with quartz, as well as in radiating crystals and/or in comb texture.

Mineral assemblages and pocket paragenesis of the III category of dikes are similar to the highly evolved ones illustrated in figure 9. Remarkable differences are in the presence of a strong mineral segregation, particularly developed in the Catri Type (more than 90% of tourmaline crystals are lined on the pockets roof), locally associated with a moderate "inverse" alkali differentiation; the absence of evident pocket ruptures during the pocket crystallisation; and a single-phase tourmaline crystal growth. In some pockets a late fluid circulation occurred, similar to the one described in figure 7 (after the second pocket rupture). This process, which can be only weakly developed, is associated with late microfractures (the same system as shown in Fig. 2), and is responsible for the crystallisation of a "black hat" on the top of tourmaline crystals.

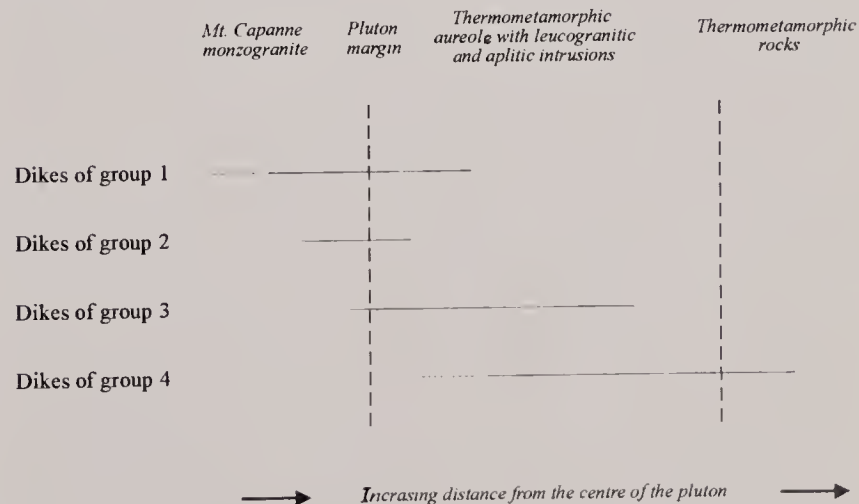



Fig. 12 - Qualitative diagram of the zoned distribution of Elba pegmatites.

4) Irregularly zoned to unzoned Li-bearing dikes

The Li-bearing dikes of this category are irregularly zoned to unzoned, and have a random distribution of accessory phases. The host rocks are the hydrothermally altered mafic rocks and the metasedimentary hornfels of the thermometamorphic aureole of the pluton. These dikes can have irregular shapes and changes in attitude. The thickness ranges from a few centimetres up to 2 meters and the length can attain 6-7 meters. Black tourmaline and white micas can occur along the exocontacts together with hydrothermal alteration products.

The internal structure of these dikes ranges from irregularly distributed masses of aplitic and pegmatitic rocks, with local concentrations of tourmaline and white to pink micas, to a medium-grained rock with homogeneous distribution of minerals. In the pegmatitic masses, tourmaline occurs locally in radiating groups or comb textures, as well as randomly oriented prismatic crystals. Tourmaline is normally black, but it is occasionally present as polychrome crystals with black to green and pink colour. White to pink micas, locally abundant, can be concentrated in granular masses many decimetres across, in contact with fine-grained spongy albite aggregates, and enclosing green to pink, partially corroded tourmaline crystals. Plagioclase is always of albitic composition. Miarolitic cavities are rare, and absent in some dikes. The pockets are concentrated close to areas with tourmaline in comb texture or in spongy albite. The mineral assemblage is simple; only small crystals of polychrome tourmaline, white to pink micas, and occasionally pink apatite, were found as accessory phases. Some multicentimetric dissolution cavities have a partially polyhedral shape and are associated with pink tourmaline and micas; they might have originated after petalite or pollucite crystals. In dikes hosted in metabasic rocks, the quartz of the graphic K-feldspar along the walls is occasionally leached, probably by supergene Mg-rich solutions (Černý and Novàk, 1992; P. Černý, pers. comm. 1994).

Dikes with transitional characteristics

Dikes with characteristics transitional between those of the four categories described above are not uncommon. The observed variations are:

(a) Dikes transitional between category 1 and category 2: intrusions with black tourmaline but lacking Li-bearing minerals, and locally with a rough asymmetrical structure; mainly aplitic dikes with irregularly distributed pegmatitic pods and veins, with a few small miarolitic cavities with green to yellow tourmaline.

(b) Dikes transitional between category 2 and category 3. Masses of medium to small size with a large central portion, and small peripheral portions.

(c) Dikes intermediate between group 3 and group 4. Irregularly zoned intrusions, up to 2 meters across, hosted in metabasic rocks, having portions with tourmaline comb texture and with layered aplite, together with rare but highly evolved pockets.

(d) Dikes intermediate between group 1 and 4. Intrusions hosted in the hornfels, close to the granodiorite contact, similar to those of group 4 but without Li-bearing minerals.

Discussion

The zoned pattern of occurrence of dikes

Abundant literature on rare-element-bearing pegmatites reports that differentiation during the evolution of pegmatite magma leads to a progressive enrichment of minor and trace elements such as F, Li, B, Nb, Ta, Rb, Cs, W, Sb, Bi, U, Ce, La, Sn, Be, in residual melt (e.g. Walker *et al.*, 1986; London, 1990). The phenomena related to the progressive differentiation of a pegmatite magma include: changes in composition of minerals such as garnet (from almandine-rich to spessartine-rich; Černý & Hawthorne, 1982), tourmaline (from schorl to elbaite; e.g. Jolliff *et al.*, 1986), and micas from biotite to muscovite to lepidolite (e.g. Hawthorne & Černý, 1982, Černý *et al.*, 1995); increase in Li, Cs and decrease in Fe content in beryl (e.g. Burt, 1982); occurrence of minerals such as pollucite and microlite in the most evolved rocks. Compared to these observations, the four groups of miarolitic Elba pegmatites can be considered products of crystallisation of residual melts with variable degrees of evolution. Residual melts ranged from primitive (pegmatites of group 1) through moderately evolved (pegmatites of group 2) to highly evolved (pegmatites of groups 3 and 4).

Figure 12 qualitatively highlights the zoned pattern of occurrence of the studied pegmatites. Although an overlap is evident, dikes without Li-minerals are mainly hosted in the monzogranite, whereas the others (groups 2, 3, and 4) are distributed at increasing distance, from the centre of the pluton, hosted in the monzogranite, in the aplitic and leucogranitic lenses, and in the hornfels of the thermometamorphic aureole. Similar zoned patterns of pegmatites are well known in the literature (e.g. Trueman and Černý, 1982), even if descriptions of zoned fields of miarolitic dikes are rare. The regional zoning of pegmatites is explained (Černý, 1982b, 1991b, 1992) by differences in the contents of volatile and other liquidus- and viscosity-depressing constituents (Li, F, H_2O, B, P; Luth, 1976; Chorlton and Martin, 1978) among the individual batches of separated pegmatite melts. These differences result in intrusions with variable thermal stability, reflected in diversified distances of pegmatite migration. At Elba, the narrow contact aureole, the presence of abundant aplite and leucogranite apophyses, and the partially convective mechanism of heat transfer (manifested by the presence of irregularly distributed magnesite deposits of thermometamorphic origin in metabasic rocks) generated a steep and irregular heat gradient around the Mt. Capanne pluton that could be responsible for the partial overlapping distribution of the four groups of Elba pegmatites,

Evolutionary characteristics

Based on the mineral parageneses, rock textures and structures of the dikes, the examined Elba pegmatites can be considered members of the *rare-element class* and of the *LCT petrogenetic family* in the current classification of Černý (1991). In addition, the shallow level of intrusion (indicated by the data reported by Ruggeri and Lattanzi (1992) and by the

abundant presence of miarolitic cavities) and some structural features are similar to those of the *miarolitic class* (cf. Černý, 2000, about problems plaguing the definition of this class).

The compositional and textural asymmetric zoning of the dikes of category 2 and 3 are typical of the miarolitic gem-bearing pegmatites of many localities in the world (e.g. Černý, 1982b). In particular, the dikes of the Catri type (category 3), and the central portion of the dikes of category 2, display on small scale rock structures and mineral textures similar to those described by London (1986) and Stern *et al.* (1986) respectively for the Himalaya dike and the Little Three dikes in the San Diego County, California.

The bodies of group 2 are of particular interest. Indeed, whereas variations of accessory phase assemblages are common and well known in the literature on massive pegmatites, the presence of primitive to highly evolved parageneses in the pockets belonging to different zones of one and the same dike is unusual in miarolitic pegmatites. The complex three-dimensional structure of these intrusions documents a complex and heterogeneous internal evolution.

The presence of miarolitic cavities, which constitute evidence of vapour saturation prior to the complete crystallisation of pegmatite-forming melt, appears to be controlled by the timing and extent of volatile exolution from silicate melt (London, 1986). The pocket parageneses reported in this paper document a crystallisation history for the miarolitic cavities of Elba pegmatites similar to that reported for analogous pegmatites from other localities (e.g. Foord *et al.*, 1986; London, 1986; Stern *et al.*, 1986). In particular, the main phenomena observed in the Elba dikes can be summarised as follows: 1) More evolved cavities have a much more complicated pocket paragenesis and history of crystallisation. 2) The first pocket rupture commonly observed in the largest cavities of dikes of group 2 generated an abrupt change in the chemical-physical conditions of crystallisation, testified by new nucleation and new morphology of tourmaline, beryl and mica crystals. 3) The garnet precipitation seems to control at least the Mn content in tourmaline. More evolved pockets show garnet crystallisation at earlier stages. 4) The crystallisation in pockets occurred essentially in a closed system, up to the transition to the hydrothermal zeolite stage. Deviations from this behaviour can occur during the pocket rupture and possibly also during the latest stages of pocket crystallisation, with the escape of significant amounts of fluids. These phenomena are documented by changes in the crystallisation conditions (new nucleation of tourmaline, beryl and micas), by abrupt changes of colours in tourmaline crystals, by the presence of overgrowth of coloured tourmaline in fractures adjacent to the largest pockets, and by the presence of extensive albitisation of K-feldspar along the fractures radiating around the cavities. 5) Albite never occurs as cleavelandite, in contrast to many other similar dikes described in the literature from other localities. 6) Mineral segregation with tourmaline and beryl mainly confined to the roof of the pocket, and lepidolite to the floor, was observed in the largest cavities of the second-category dikes and in almost all the cavities of the dikes of the third category. However, an inverse alkali differentiation, similar to that described by Stern *et al.* (1986) in a California pegmatite, has been observed in some of the largest pockets. 7) The formation of zeolites, together with partial alteration of feldspars, corrosion of petalite, pollucite and other minerals, and deposition of hydrothermal clays, is typical of highly evolved pockets, but is absent in primitive cavities. 8) At least one late hydrothermal stage is associated with a system of late fractures, which locally crosscut the dikes all over the studied area. This widespread process opened the pocket system and generated partial collapse of the crystals, deep corrosion of petalite, pollucite, beryl, and helvite, local corrosion of coloured tourmaline, replacement of zeolites by albite and quartz microcrystals, and a new generation of quartz, albite, K-feldspar, and black tourmaline deposited over all the other minerals. This process is responsible of the black "hat" on tourmaline crystals occurring in some dikes.

Pegmatite - host rock interactions

The exsolution of fluids during the crystallisation of a pegmatitic melt can result in the formation of dispersion halos around the pegmatite intrusions. The alterations of the host rocks are of metasomatic nature and include generation of secondary mineral assemblages and modification of the original composition of primary minerals (e.g. Shearer *et al.*, 1986; Morgan and London, 1987). The influx of fluids from the wall rock to the pegmatite is difficult to ascertain and is not well documented. Some mineralogical and fluid inclusion data indicate that wall-rock-derived fluids may infiltrate pegmatite before the cessation of internal subsolidus recrystallisation (London, 1990).

In the Elba pegmatites, escape of fluids is evident in the dikes of the second and third category (hosted in monzogranite, aplites and leucogranites) by the presence of local tourmalinisation, albitisation of K-feldspar, biotite alteration, and possibly myrmekite growth along contacts. The interactions between pegmatite and wallrock were probably much more important in dikes intruded in the metabasic and metasedimentary rocks. The data reported in this work allow the following considerations: 1) The serpentinites which host pegmatitic dikes are always deeply altered, with abundant magnesite veins, and occasionally narrow feldspatic and tourmaline-rich veins. 2) Pegmatites hosted in sepentinites show tourmaline veins in the exocontact, and an endocontact consisting of micrographic quartz-K-feldspar aggregates. These features are absent in dikes hosted in intrusive rocks. 3) In serpentinites the dikes of category 2 and 3 are rare if not exceptional, whereas the dikes of category 4 are common. In metasedimentary rocks only dikes of the fourth category are present. 4) In pegmatites hosted in metasedimentary rocks, micas and tourmaline can be abundant along the dike margins. 5) The dikes of category 4 are poor in, or totally lacking of miarolitic-cavities. 6) Dikes with primitive mineralogical composition hosted in thermometamorphic rocks (see dikes intermediate between category 1 and 4) display rock structures and mineral textures identical to those of the dikes of category 4.

Conclusions

Restricted as they are in area distribution and in size of individual bodies, the Elba pegmatites display a great variety of structures and complex mineral parageneses. They have been classified into 4 categories with progressive degree of evolution, distinguished on the basis of internal structures, mineral textures, abundance and distribution of rock-forming minerals and accessory phases, tourmaline colour, and pocket parageneses. Across the narrow contact aureole, the dikes have a roughly zoned distribution with more evolved bodies emplaced at farther distance from the margin of the pluton. The internal zoning of the pegmatites richer in miarolitic cavities (groups 2 and 3) is similar to those of many California miarolitic gem-bearing pegmatites, well known in the literature. The pocket parageneses range from simple, in primitive cavities, to complex in highly evolved cavities, with a crystallisation history including mineral segregation, pocket ruptures, probable openings of the chemical-physical system, and late-stage hydrothermal fluids circulation. Dikes emplaced in thermometamorphic rocks probably lost a large amount of the fluids exsolved during the crystallisation the host rocks, and developed an irregular zoning with only occasional miarolitic cavities.

Acknowledgements

I wish to thank the Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italy) which permitted the use of the ARL SEMQ electron microprobe, in the laboratories of the Dipartimento di Scienze della Terra of the University of Milano; the Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica of the University of Milano which permitted SEM analysis. I also acknowledge valuable contributions by the following colleagues: P. Orlandi for some SEM mineral analysis and for encouragement; G. Liborio for some powder X-ray diffraction data, C. Aurisicchio, C.M. Gramaccioli and A. Boriani for profitable discussions. I am also grateful to the mineral collector K. Wirt for much valuable field information. A special thanks goes to P. Černý for encouragement during this study, for inspiring suggestions and for reviewing the manuscript.

References

Aloisi P., 1920 - Il Monte Capanne. *Tipogr. Succ. F. Nistri*, Pisa, 303 pp.

Aurisicchio C., Conte A.M., Fioravanti G. and Freda C., 1992 - Il ruolo delle tormaline nell'evoluzione delle pegmatiti dell'Isola d'Elba. L'appennino settentrionale. *Società Italiana di Mineralogia e Petrologia,* Convegno "Minerogenesi Appenninica", Firenze, 21-23 settembre 1992, Riassunti, 265.

Aurisicchio C., Conte A.M. and Černý P., 1994 - Petrochemical features of igneous rocks in the rare-element pegmatite field of Elba, Italy. *International Mineralogical Association*, 16th General Meeting, Pisa, Italy, Abstracts, 21.

Aurisicchio C., Fioravanti G., Grubessi O. and Zanazzi P.F., 1988 - Reappraisal of the crystal chemistry of beryl. *American Mineralogist*, 73: 826-837.

Aurisicchio C., Orlandi P., Pasero M. and Perchiazzi N., 1993 - Uranopolycrase, the uranium-dominant analogue of polycrase-(y), a new mineral from Elba Island, Italy, and its crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 5: 1161-1165.

Aurisicchio C., Ottolini L. and Pezzotta F., 1999 - Electron- and ion-microprobe analyses, and genetic inferences of tourmalines of the foitite-schorl solid solution, Elba Island (Italy). *European Journal of Mineralogy*, 11: 217-225.

Burt D.M., 1982 - Minerals of beryllium. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*, 8: 135-146.

Bussy F., 1990 - Pétrogénèse des enclaves microgrenues associées aux granitoïdes calco-alcalins: exemple des massifs varisques du Mont-Blanc (Alpes occidentales) et miocène du Monte Capanne (Ile d'Elbe, Italie). *Mém. Géol. Lausanne*, 7, 309 pp.

Carobbi G. and Rodolico F., 1976 - Minerali connessi alle rocce dell'arcipelago. In: I minerali della Toscana. *Olshki*, Firenze: 47-76.

Černý P., 1982a - Anatomy and classification of granitic pegmatites. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*. 8: 1-40.

Černý P., 1982b - Petrogenesis of granitic pegmatites. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*. 8: 405-462.

Černý P., 1991a - Rare-element Granitic Pegmatites. Part I: Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18: 49-67.

Černý P., 1991a - Rare-element Granitic Pegmatites. Part II: Regional to Global Environments and Petrogenesis. *Geoscience Canada*, 18: 68-81.

Černý P., 1992 - Regional zoning of pegmatite populations and its interpretation. *Vortrag vor der Osterreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, 137: 99-107.

Černý P., 2000 - Constitution, Petrology, Affiliations and Categories of Miarolitic Pegmatites. This volume.

Černý P. and Hawthorne F.C., 1982 - Selected peraluminous minerals. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*, 8: 163-179.

Černý P. and Novak M., 1992 - Locality No.2: Vezna near Nedvedice, a pegmatite dike of the beryl-columbite subtype penetrating serpentinite. In: Lepidolite 200. International Symposium on the Mineralogy, Petrology and Geochemistry of granitic pegmatites, Field Trip Guidebook. *Nové Mesto na Morave*, Czechoslovakia: 27-32.

Chorlton L.B. and Martin R.F., 1978 - The effect of boron on the granite solidus. *Canadian Mineralogist*, 16: 239-244.

Ferrara G. and Tonarini S., 1985 - Radiometric Geochronology in Tuscany: results and problems. *Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e petrologia*, 40: 111-124.

Foord E.E., 1976 - Mineralogy and petrogenesis of layered pegmatite-aplite dikes in the in the Mesa Grande District, San Diego County, California. *Ph.D. thesis, Stanford University*, Stanford, California.

Foord E.E., Starkey H.C. and Taggart Jr. J.E., 1986 - Mineralogy and paragenesis of "pocket" clays and associated minerals in complex granitic pegmatites, San Diego County, California. *American Mineralogist*, 71: 428-439.

Hawthorne F.C. and Černý P., 1992: The mica group. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*, 8: 63-91.

Jahns R.H., 1982 - Internal evolution of granitic pegmatites. In Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*, 8: 293-328.

Jollif B.L., Papike J.J. and Shearer C.K., 1986 - Tourmaline as a recorder of pegmatite evolution: Bob Ingersoll pegmatite, Black Hills, South Dakota. *American Mineralogist*, 71: 472-500.

Keller V.A. and Pialli G., 1990 - Tectonics of the Island of Elba: a rappraisal. *Bollettino della Società geologica Italiana*, 109: 413-425.

London D., 1986 - Formation of tourmaline-rich gem pockets in miarolitic pegmatites. *American Mineralogist*, 71: 396-405.

London D., 1990 - Internal differentiation of rare-element pegmatites. A synhesis of recent research. *Geological Society of America*, Special Paper 246: 35-49.

London D., 1992 - The application of experimental petrology to the genesis and crystallization of granitic pegmatites. *Canadian Mineralogist*, 30: 499-540.

Luth W.C., 1976 - Granitic rocks. In: D.K. Bailey and R.A. MacDonald Eds. The evolution of the crystalline rocks. *Acad. Press N.Y.*, 484 pp.

Marinelli G., 1959 - Le intrusioni Terziarie dell'Isola d'Elba. *Atti della Società Toscana di Scienze naturali Memorie*, 66: 50-253.

Millosevich F., 1914 - I 5000 Elbani del Museo di Firenze. Contributo alla conoscenza della mineralogia dell'Isola d'Elba. *Studio Editoriale Insubria*, Reprint Milano 1978, 96 pp.

Morgan VI G.B. and London D., 1987 - Alteration of amphibolitic wallrocks around the Tanco rare-element pegmatite, Bernic Lake, Manitoba. *American Mineralogist*, 72: 1097-1121.

Orlandi P., Pasero M., Perchiazzi N., 1990: Nb-Ta oxides from Elba island pegmatites. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, 97: 161-170.

ORLANDI P. and PEZZOTTA F., 1993 - La sekaninaite dei filoni pegmatitici elbani. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, 100: 85-91.

ORLANDI P. and PEZZOTTA F., 1996 - Minerali dell'Isola d'Elba, i minerali dei giacimenti metalliferi dell'Elba orientale e delle pegmatiti del M.te Capanne. *Ed. Novecento Grafico*, Bergamo. 248 pp.

PEZZOTTA F., 1993a - Preliminary data on structure, petrography and mineralogy of two pegmatitic dikes in Isola d'Elba (Italy). Terra abstracts, Abstract supplement No. 1 to Terra Nova, 5, 528 pp.

PEZZOTTA F., 1993b - Osservazioni strutturali, petrografiche e classificative sui filoni aplitico-pegmatitici litiniferi del settore occidentale del M.te Capanne (Isola d'Elba). *Plinius*, 10: 208-209.

PEZZOTTA F., 1994 - Helvite of a M.te Capanne pluton pegmatite (Elba island, Italy): chemical, X-ray diffraction data and description of the occurrence. *Rendiconti Fis. Accademia dei Lincei* s. 9 (5): 355-362.

PEZZOTTA F., HOWTHORNE F., COOPER M. A. and TEERSTRA D., 1996 - Fibrous foitite from S. Piero in Campo, Elba, Italy. *Canadian Minaralogist*, 34, 741-744.

POLI G., MANETTI P. and TOMMASIONI S., 1989 - A petrological review on Miocene-Pliocene intrusive rocks from southern Tuscany and Tyrrhenian sea (Italy). *Periodico di Mineralogia*, 58: 109-126.

PUPIN J.P., 1976 - Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie. Base de la méthode typologique. Applications. *Thèse Doct. Etat, Univ. Nice*, 394 pp.

PUPIN J.P., 1980 - Zircon and Granite Petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 73: 207-220.

RUGGERI G. and LATTANZI L., 1992 - Fluid inclusion studies on Mt. Capanne pegmatites, Isola d'Elba, Tuscany, Italy. *European Journal of Mineralogy*, 4: 1085-1096.

SHEARER C.K., PAPIKE J.J. and LAUL J.C., 1985 - Chemistry of potassium feldspars from three zoned pegmatites, Black Hills, South Dakota: Implications concerning pegmatite evolution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49: 663-673.

SHEARER C.K., PAPIKE J.J., SIMON S.B. and LAUL J.C., 1986 - Pegmatite-wallrock interactions, Black Hills, South Dakota: Interactions between pegmatite-derived fluids and quartz-mica schist wallrock. *American Mineralogist*, 71: 518-539.

SINKANKAS J., 1981 - Emerald and Other Beryls. *Chilton Book Co. Nelson Canada, Radnor Pa-Scarborough Ontario*, 225pp.

STERN L.A., BROWN G.E., BIRD D.K., JAHNS R.H., FOORD E.E., SHIGLEY J.E. and SPAULDING Jr. L.B., 1986 - Mineralogy and geochemical evolution of the Little Three pegmatite-aplite layered intrusive, Ramona, California. *American Mineralogist*, 71: 406-427.

TEERSTRA D.K., ČERNÝ P. and HAWTHORNE F.C., 1998 - Rubidium fedlspars in granitic pegmatites. Canadian Mineralogist, 36: 483-496.

TRUEMAN D.L. and ČERNÝ P., 1982 - Exploration for rare-element granitic pegmatites. In: Černý P. (ed.). Short course in granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical association of Canada*, 8: 463-491.

WALKER R.J., HANSON G.N., PAPIKE J.J., O'NEIL J.R. and LAUL J.C., 1986 - Internal evolution of the Tin Mountain pegmatite, Black Hills, South Dakota. *American Mineralogist*, 71: 440-459.

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 45-56, 2000

Compositional pathways of tourmaline evolution during primary (magmatic) crystallization in complex (Li) pegmatites of the Moldanubicum, Czech Republic

Milan Novák*

Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic

Abstract -A comparative study of compositional trends of tourmaline in 16 individual pegmatite dikes of the complex type in the Moldanubicum, Czech Republic, yielded distinct trends characteristic for the individual pegmatite subtypes (lepidolite, elbaite and "masutomilite"). Their formation is discussed in the respect to the following factors: a crystal-chemical factor, geochemical factor, element-partitioning factor and contamination factor. The compositional trends of the Y-site cations, X-site cations and fluorine are illustrated at several diagrams where decreasing (Fe + Mg + Ti) apfu was selected as a suitable index (FMT index) of progressive crystallization (fractionation) in tourmaline.

The trends of the Y-site cations (Ti, Mg, Fe, Zn, Mn, Al) are mostly close to the schematic diagram of cations covariation derived from the cation field strengths. Deviations were found in behaviour of Mn in lepidolite pegmatites and Al in masutomilite pegmatite at Kracovice. Concentration of the Y-site cations seems to be controlled particularly by the crystal-chemical factor and geochemical factor; the element-partitioning factor and contamination factor are very likely less important.

The X-site cations (Na, Ca) and F exhibit contrasting evolution trends in (i) Ca-poor and in (ii) Ca-rich tourmaline (Ca > 0.2 apfu). (i) Two distinct compositional trends were observed in the lepidolite pegmatites and in elbaite pegmatites. Disregarding the pegmatite subtypes, these tourmalines also exhibit very good positive correlation of Na versus F and negative correlation of X-site vacancy versus F. (ii) The compositional trends exhibit a decrease in Ca from the outermost zones to centre; elevated Ca very likely reflects the influence of Ca-rich host rocks. Increase in Ca during the tail-end of primary crystallization indicates high Ca-activity of parent medium in late stages. The concentrations of Ca indicate elevated control of the geochemical factor and contamination factor; the element-partitioning factor and crystal-chemical factor seem to have played an important role particularly in Na and F concentrations of Ca-poor tourmaline.

Riassunto - Uno studio comparato dei trend composizionali delle tormaline in 16 diversi dicchi pegmatitici di tipo complesso della Moldavia, Repubblica Ceca, ha evidenziato trend distinti caratteristici per i diversi subtipi pegmatitici (a lepidolite, elbaite e "masutomilite").La loro formazione c stata discussa in base ai seguenti fattori: fattore cristallo-chimico, fattore geochimico, fattore di ripartizione degli elementi e fattore di contaminazione. I trend composizionali dei cationi del sito Y, dei cationi del sito X e del fluoro sono illustrati in numerosi diagrammi verso la somma (Fe + Mg + Ti) apfu, considerata un indice adatto (indice FMT) ad indicate la progressiva cristallizzazione (frazionamento) nella tormalina. I trend dei cationi del sito Y (Ti, Mg, Fe, Zn, Mn, Al) sono prevalentemente simili ai diagrammi di variazione dei cationi derivati dai valori delle forze di campo. Deviazioni sono state osservate nel comportamento del Mn nelle pegmatiti a lepidolite e dell'Al nelle pegmatiti a masutomilite a Kracovic. Le concentrazioni dei cationi del sito Y sembrano essere particolarmente controllate da fattori cristallochimici e fattori geochimici; i fattori di ripartizione degli elementi e di contaminazione sono molto verosimilmente meno importanti.

I cationi del sito X (Na, Ca) ed il F mostrano andamenti evolutivi contrastanti nelle (i) tormaline povere in Ca e nelle (ii) tormaline ricche in Ca (Ca > 0.2 apfu). (i) Due trend composizionali distinti sono stati osservati nelle pegmatiti a lepidolite e nelle pegmatiti ad elbaite. Indipendentemente dal subtipo della pagmatite, queste tormaline mostrano anche una correlazione positiva molto buona del Na verso il F ed una correlazione negativa della vacanza del sito X verso il F. (ii) I trend composizionali mostrano un decremento del Ca dalle zone periferiche al centro dei filoni; elevati contenuti in Ca, molto probabilmente, riflettono l'influenza di rocce incassanti ricche in questo elemento. Un aumento del Ca durante gli stadi finali della cristallizzazione primaria indica una elevata attivitr del Ca nel mezzo dal quale la tormalina si c formata. I valori di concentrazione del Ca indicano un elevato controllo da parte del fattore geochimico e di contaminazione; il fattore di ripartizione degli elementi e cristallochimico sembrano aver giocato un ruolo importante soprattutto nelle concentrazioni di Na e F nelle tormaline povere in Ca.

Key words: tourmaline, electron microprobe, geochemistry, complex pegmatites, Moldanubicum, Czech Republic

* E-mail: mnovak@sci.muni.cz

Introduction

Compositional variation in tourmaline from complex pegmatites have been studied for several decades. Staatz *et al.* (1955) established systematic compositional trends in tourmaline from the wall zone inward in the Brown Derby pegmatite, Gunnison County, Colorado; the major element variation from outer zone to the core brings an increase in Li concomitant with a decrease in Fe. Foord (1976) corroborated the general compositional trend characterized by increasing Al and Li, and decreasing Fe in layered miarolitic dikes of the Himalaya pegmatite-aplite system, Mesa Grande, California. However, rather complicated, locally even oscillatory zoning was recorded in tourmaline crystals from open vugs. The most detailed study to date, devoted to compositional evolution of tourmaline in complex pegmatites - the lepidolite pegmatite Bob Ingersol I, Black Hills, South Dakota (Jolliff *et al.* 1986) - showed: Mg and Ti decreasing abruptly from the country rock through border zone to the wall zone; Fe decresing and (Al+Li) increasing from the wall zone to the core; and the minor elements Mn, Zn and Ca generally increase toward the core. Novák and Povondra (1995) recognized apparent differences in compositional trends of tourmaline within the pegmatites of the lepidolite and elbaite subtype, respectively. The compositional trends of major elements are in most aspects similar to those described by Foord (1976) and Jolliff *et al.* (1986); however, elbaite and rare liddicoatite from pegmatites of the elbaite subtype appears to be Mn,F-rich and exhibits relatively low vacancies in the X-site relative to Mn-poor elbaite and rare rossmanite from lepidolite pegmatites (Novák and Povondra 1995, Novák *et al.* 1997, Selway *et al.* 1998, 1999).

A comparative study of compositional variations in tourmaline from 16 individual pegmatite dikes of the complex type in the Moldanubicum, Czech Republic found out several distinct trends typical for the individual pegmatite subtypes. Their formation is discussed in the respect to various factors controlling tourmaline composition. Compositional trends also were compared with the schematic covariation of Y-site cations in tourmaline, given by Jolliff *et al.* (1986). Late hydrothermal tourmaline from fissures and fissure-like pockets (Novák & Taylor 1996, Novák 1996, Novák & Selway 1997) are not included in discussion and diagrams.

Complex pegmatites of the Moldanubicum

Granitic pegmatites, typically tourmaline-bearing, are widespread particularly within the metamorphic terraine of the Moldanubicum, Czech Republic (Fig. 1) (Novák *et al.* 1992). Following subtypes of complex pegmatites (LCT family), mostly consistent with the currently used subdivision of pegmatites of the rare-element class (Černý 1991, Novák and Povondra 1995), can be distinguished:

(i) Pegmatites of the lepidolite subtype are the most widespread and most variable. Disregarding lepidolite (abundant trilithionite to minor polylithionite) as a dominant Li-bearing mineral, elbaite and rare rossmanite are commonly present in

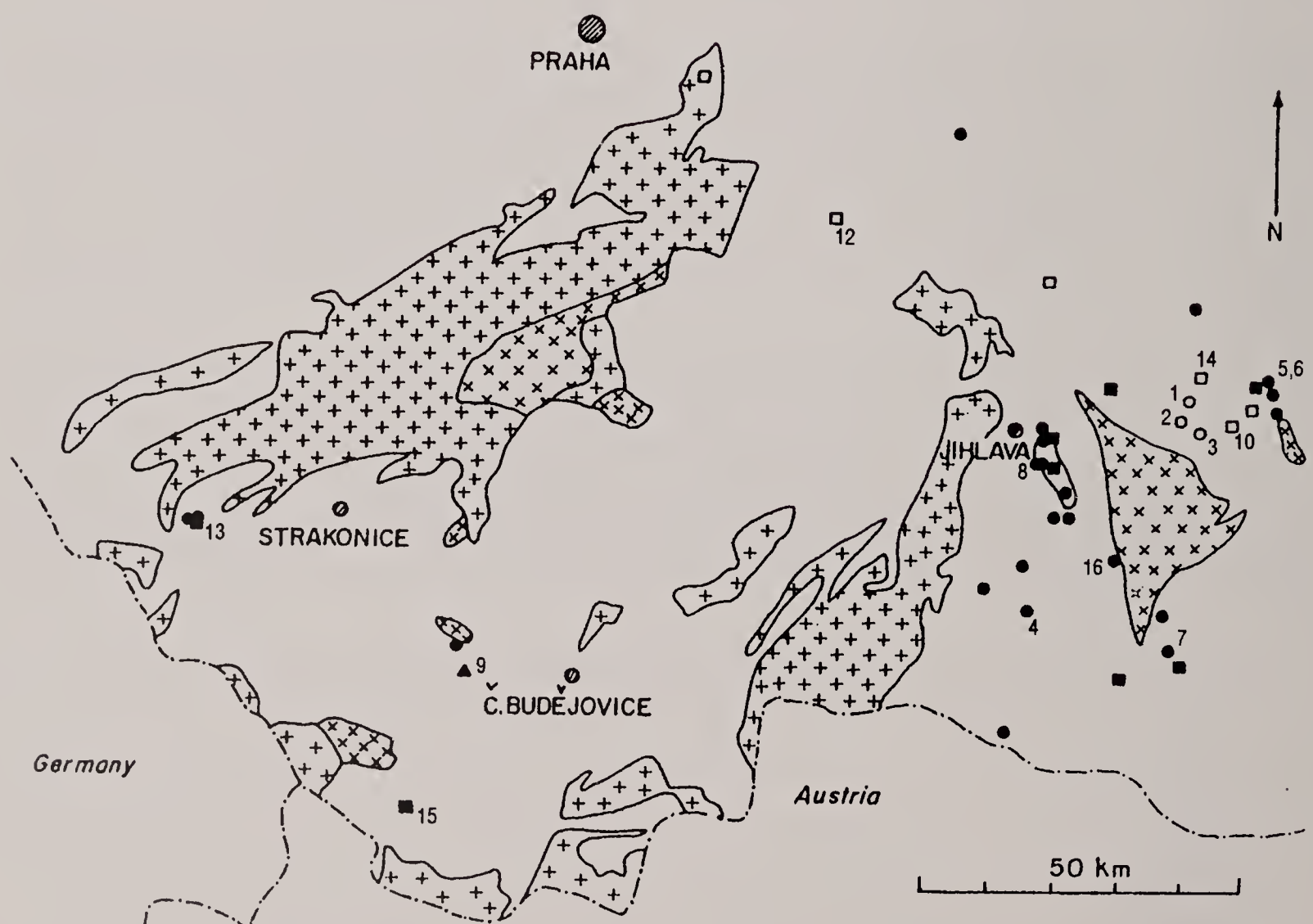



Fig. 1. Schematic geological map showing distribution of complex pegmatites in the Moldanubicum. Crosses - granitic rocks, x - syenitic rocks, open area - metamorphic rocks; Locality symbols: squares - elbaite pegmatites; circles - lepidolite pegmatites; triangle - lepidolite-petalite pegmatite. The localities numbered as in Table 1.

subordinate to accessory amount; petalite and amblygonite-montebrasite are rare (Novák and Povondra 1995, Selway *et al.*, 1999). Other typical minor to accessory minerals include schorl, foitite, garnet, beryl, cassiterite, manganocolumbite, apatite, zircon, and topaz. A transitional petalite-lepidolite subtype seems to be represented by the locality Nová Ves near Český Krumlov (Staněk 1992).

(ii) Pegmatites of the elbaite subtype are relatively widespread (Novák and Povondra 1995). Elbaite (liddicoatite), the most abundant and locally even the only Li-bearing mineral, predominates over rare lepidolite (typically polylithionite), muscovite is mostly absent or very rare. Besides minor to accessory schorl, garnet, beryl, cassiterite, manganocolumbite and zircon, some B-rich minerals such as hambergite, tusionite and boromuscovite also occur (e.g., Cooper *et al.* 1994, Novák *et al.* 1998, 1999).

(iii) Pegmatite from Kracovice near Třebíč is characterized by masutomilite to Mn-rich lepidolite as typical Li-bearing minerals beside relatively rare Mn-rich elbaite. It does not fit well to the divided pegmatite subtypes. The locality exhibits some exceptional features relative to the other Moldanubian complex pegmatites, absence of muscovite, very abundant topaz, accessory minerals such as euxenite, wolframoixiolite, pyrochlore, scheelite, and F-rich hambergite (Novák *et al.* 1998). Mineral assemblages, chemistry of micas (zinnwaldite, masutomilite) and spatial relations to rare-earth beryl-bearing pegmatites with relatively abundant REE-oxide minerals (aeschynite) in the Třebíč vicinity indicate that the Kracovice pegmatite may be transitional to or belong to the NYF family.

Two distinct patterns of internal structure of the complex pegmatites were recognized in the Moldanubicum disregarding pegmatite subtypes outlined above. Symmetrically or almost symmetrically zoned pegmatite dikes (all lepidolite pegmatites, masutomilite pegmatite from Kracovice and some elbaite pegmatites) are evidently more widespread, than homogeneous to subhomogeneous elbaite pegmatites typically hosted in Ca-rich rocks (marbles, Fe-skarn, pyroxene gneiss).

Localities, samples, experimental conditions and normalization procedure

Tourmaline was studied at 16 pegmatite dikes (Fig. 1). Principal data concerning pegmatite subtype, mineral paragenesis, internal structure, size, and host rock are given in Table 1. At each locality, tourmaline grains (14 to 5) from all or almost all textural-paragenetic units (1 to 5 grains per unit) were analyzed on an electron microprobe. No apparent hiatus in tourmaline crystallization known from complex pegmatites (London *et al.* 1996) was observed in most localities. The following examples of pegmatites of the individual pegmatite subtypes, with various internal structure and host rock, were selected to illustrate typical compositional pathways. The symmetrically zoned pegmatite dikes from 1 to 3 m thick hosted in biotite gneiss: (i) the lepidolite pegmatite from Laštovičky, (ii) elbaite pegmatite from Pikárec, (iii) masutomilite pegmatite from Kracovice; and (iv) subhomogeneous dike of the elbaite pegmatite from Vlastějovice hosted in Fe-skarn. A detailed description of these pegmatite dikes and their mineral paragenesis is given by Staněk (1973), Houzar (1987), Němec (1990), Novák and Hyršl (1992) and Novák and Povondra (1995).

Electron microprobe analyses were carried out in the WDS (wavelength-dispersive) mode on a Cameca SX-50 instrument, Department of Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, with a beam diameter 4-5 mm, accelerating potential 15 kV. A sample current 20 mA was used for Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, and K, the current of 40 mA for Zn, F and P; a counting time for all elements 20 seconds. The following standards were used for K_α X-ray lines: Si, Ca - diopside, Al - kyanite, Fe - fayalite, Ti - rutile, Mg - pyrope, Mn - spessartine, Na - albite, K - orthoclase, P, F - apatite and Zn - gahnite. Data were reduced using the PAP routine (Pouchou and Pichoir 1985).

The chemical formulae from microprobe data used in the diagrams and tables were normalized at 6 Si apfu, as was used by Jolliff *et al.* (1986). However, the trivalent cations Al and perhaps B may enter the T-site of the tourmaline structure (Burns *et al.* 1994, Hawthorne 1996) and their presence in the T-site causes overestimation of Al in such calculation. The accurate formula calculation for tourmaline minerals recommended by Grice and Ercit (1993) or other formula calculations from microprobe data (e.g., Manning 1982, Morgan and London 1987, Henry and Dutrow 1990, 1996, Selway and Novák 1997) were not used due to: (1) undetermined H_2O, Li_2O and B_2O_3 contents, (2) highly variable lithium content in the investigated tourmalines, (3) lack of structural data. The used style of recalculation also is supported by relatively negligible deviations from 6 Si apfu (5.84 - 6.21) found by Povondra (1981), Povondra *et al.* (1985), Staněk and Povondra (1987) and Novák and Povondra (1995) in the wet chemical analyses of tourmaline from the Moldanubian rare element pegmatites.

Decreasing sum of Fe + Mg + Ti atoms per formula unit (apfu) was selected as a suitable index (FMT index) of progressive crystallization in tourmaline. The contents of these elements should decrease during crystallization, as suggested by Foit and Rosenberg (1979) and Jolliff *et al.* (1986), and thus reflect degree of fractionation.

Chemical composition of tourmaline and compositional pathways are controlled by several factors due to continuously changing PT conditions, extreme geochemical evolution of parent medium (evolved pegmatite melt ± vapour) in complex pegmatites (London 1996) relative to most magmatic and metamorphic rocks, and variable chemical composition of host rocks. In order to simplify the below discussion, following factors were defined: (i) a crystal-chemical factor involves crystal-chemical constraints (Hawthorne 1996) mostly controlled by decreasing temperature; (ii) geochemical factor corresponds to increasing degree of fractionation and alkalinity variation of pegmatitic melt (London *et al.* 1989); (iii) element-partitioning factor characterizes influence of co-crystallizing minerals, particularly micas and garnets; (iv) contamination factor reflects chemical composition of a pegmatite host rock. However, it must be emphasized that the effects of the individual factors are mostly combined and, moreover, the definitions of the individual factors given above are mostly rather wide.

Table 1 - List of examined pegmatites. * - localities illustrated in the figures 2 - 5; subtype - L-lepidolite, PL-transitional lepidolite-petalite, E-elbaite, Ma-masutomilite; micas - M-muscovite, L-lepidolite, Ma-masutomilite; zonality - Z-zonal, H-subhomogeneous to homogeneous.

Locality	Subtype	Micas	Zonality	Thickness (m)	Host rock
1 Laštovičky*	L	M>L	Z	1	gneiss
2 Dolní Bory	L	M>L	Z	4	gneiss
3 Dobrá Voda	L	M>L	Z	8	amphibolite
4 Krasonice	L	M>L	Z	2	calcite marble
5 Rožná-Hradisko	L	M>L	Z	30	gneiss
6 Rožná-Borovina	L	M>L	Z	12	gneiss
7 Radkovice	L	L>M	Z	2	serpentinite
8 Puklice I	L	L>M	Z	2	gneiss
9 Nová Ves	PL	M>L	Z	8	serpentinite
10 Pikárec*	E	L>M	Z	3	gneiss
11 Ctidružice	E	L>M	Z	2	gneiss
12 Vlastějovice*	E	-	H	1	Fe-skarn
13 Sušice III	E	-	H	2	dolomite marble
14 Rečice	E	L	H	2	pyroxene gneiss
15 Bližná	E	-	H	4	dolomite marble
16 Kracovice*	Ma	L>Ma	Z	2	gneiss

Results

Compositional variations in tourmaline from individual pegmatite subtypes outlined above are illustrated on figures 2 through 5 and representative compositions are given in tables 2 through 5. Variation of nine elements: Ti, Mg, Fe, Zn, Mn and Al as major to minor Y-site cations; Na and Ca as major to minor X-site cations; and F in the O(1) site are discussed in detail.

Y-site cations

These elements are discussed in the order of decreasing cation field strength, as shown by Jolliff *et al.* (1986).

Titanium and Mg behave in a very similar way. Their concentration commonly drop abruptly from tourmaline in the outermost unit (tourmaline locally associated with or replaced biotite) to concentrations below the detection limit (Fig. 2, 5a).

Iron concentration slightly increases from Mg-enriched schorl to foitite in the outermost unit and then decreases gradually to Fe-free tourmaline in the end of primary (magmatic) pegmatite crystallization at most localities (Fig. 3, 5b).

Zinc as a typical trace element in tourmaline exhibits very similar behaviour at almost all localities, disregarding their subtype, internal structure, mineral assemblage of tourmaline and host rock of pegmatite (Fig. 2, 5a). Initial low concentrations increase in the 1.4-0.7 range of the FMT index up to about 0.1 Zn apfu, and then fall off.

Variations in Mn versus the FMT index display distinct patterns depending on the individual pegmatite subtypes (Fig. 3, 5b). In the lepidolite pegmatites, Mn is low throughout the pegmatite crystallization (Fig. 3a), only some localities display a rather exceptional increase up to 0.5 apfu at the FMT index of about 0.7 to 0 (Puklice I, Radkovice, Rožná-Hradisko, Rožná-Borovina). Elbaite pegmatites are characterized by significant increase in Mn during

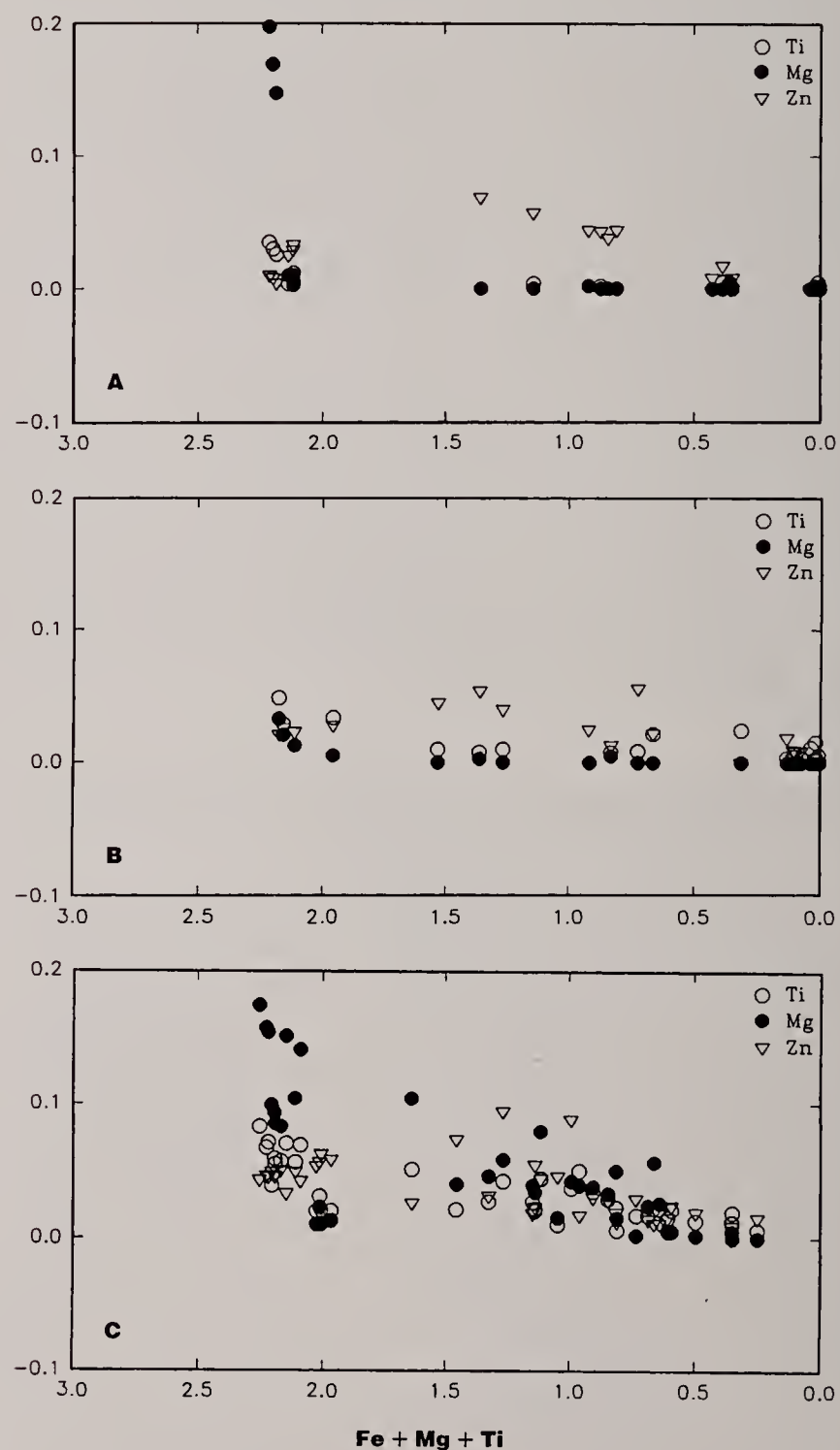



Fig. 2. Variation in concentrations of Ti, Mg and Zn per formula unit versus the FMT index. A - Lastovičky, B - Pikárec, C - Kracovice.

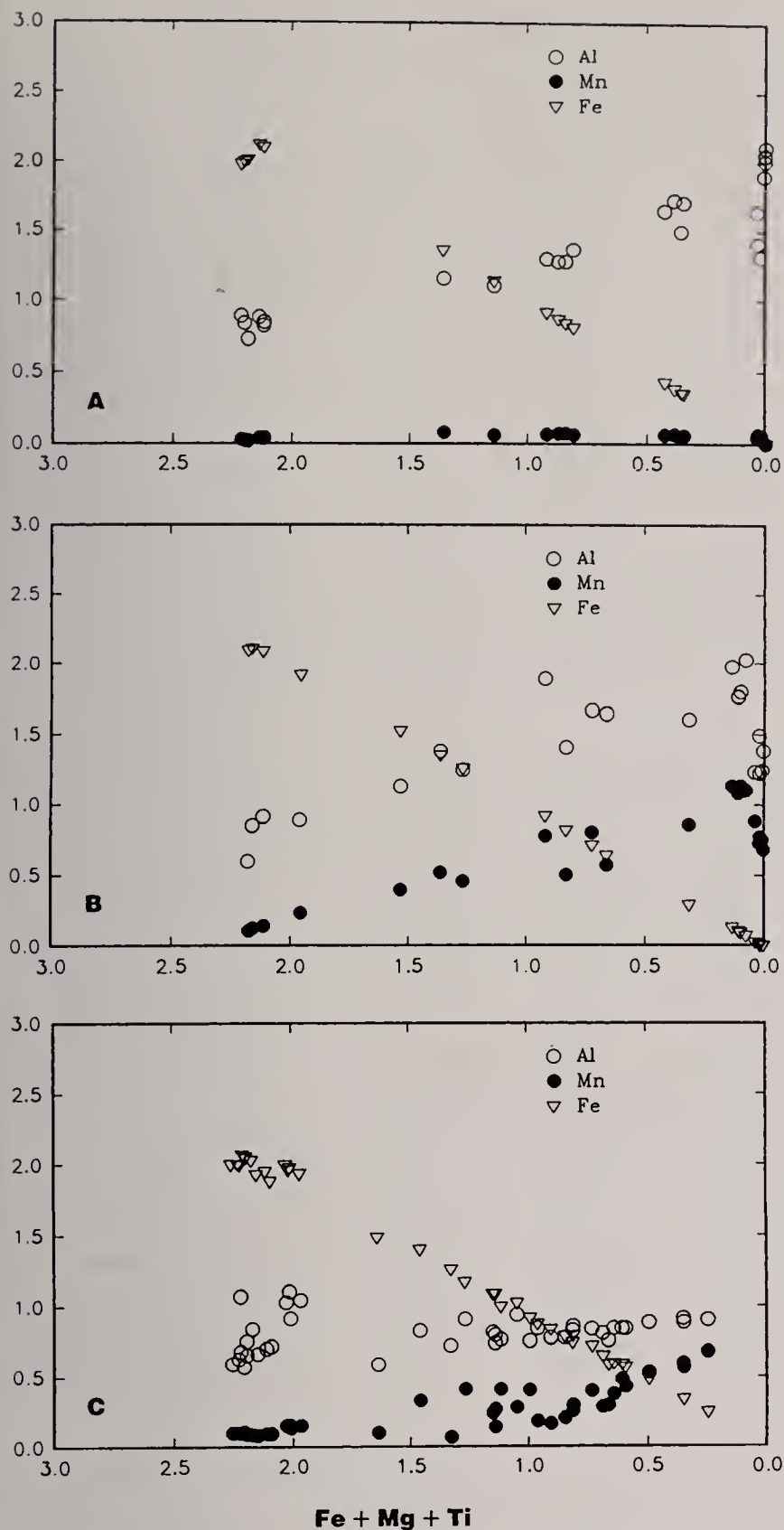



Fig. 3. Variation in concentrations of Fe, Mn, and Al per formula unit versus the FMT index. The same localities as in Fig. 2. Triangles (Fe) below imaginary line connecting sum (Fe + Mg + Ti) = 0 and sum Y-cations = 3 indicate Mg and Ti amount, increased particularly in early stages.

pegmatite crystallization up to 1.1 apfu (Pikárec); a decrease in Mn is locally recorded at the end of crystallization (Fig. 3b, 5b). Manganese behaviour in the masutomilite pegmatite from Kracovice is very similar to those observed in elbaite pegmatites (Fig. 3c).

Among the other Y-site cations, Al exhibits a rather complicated evolution trend. Decrease in the FMT index is concomitant with increase in Al in both lepidolite and elbaite pegmatites; however, details of the trends are quite different, particularly in the real values of Al apfu in the lepidolite pegmatites. The Al-contents in the Y-site (Z-site is proposed to be fully occupied by Al) varies from 0.5 to 2.2 apfu, and there is a significant variation from 1.5 to 2.2 apfu for Fe-free tourmaline with the FMT index values of about 0 (Fig. 3a). The pathway of the Al variation is relatively regular. Behaviour of Al in tourmaline from elbaite pegmatites is quite similar to those in lepidolite pegmatites except Vlastějovice where Al varies over a much broader range from -1.3 to 2.2 Al apfu (negative value corresponds to low Al content, when 1.3 apfu in the Z-site is occupied by other transitional elements - Fe^{3+}, Fe^{2+} and/or Mg) (Fig. 5b). Significant variation from 1.3 to 2.2 Al for the FMT index close to 0 is also found. The range is very likely smaller due to overestimation of Al during formula normalization on 6 Si. The behaviour of Al in tourmaline from the masutomilite pegmatite in Kracovice is in a conspicuous contrast to those from all other studied pegmatites, either lepidolite or elbaite subtype. It varies from 0.5 to 1.1 Al apfu and is rather constant through the variation in the FMT index (Fig. 3c).

X-site cations

The X-site is occupied by Na and Ca; however, significant vacancies also are recorded (Povondra 1981, MacDonald *et al.* 1993, Novák and Povondra 1995, Novák and Selway 1997, Selway *et al.* 1998, 1999); K is mostly below the detection limit. Distinctly differ-

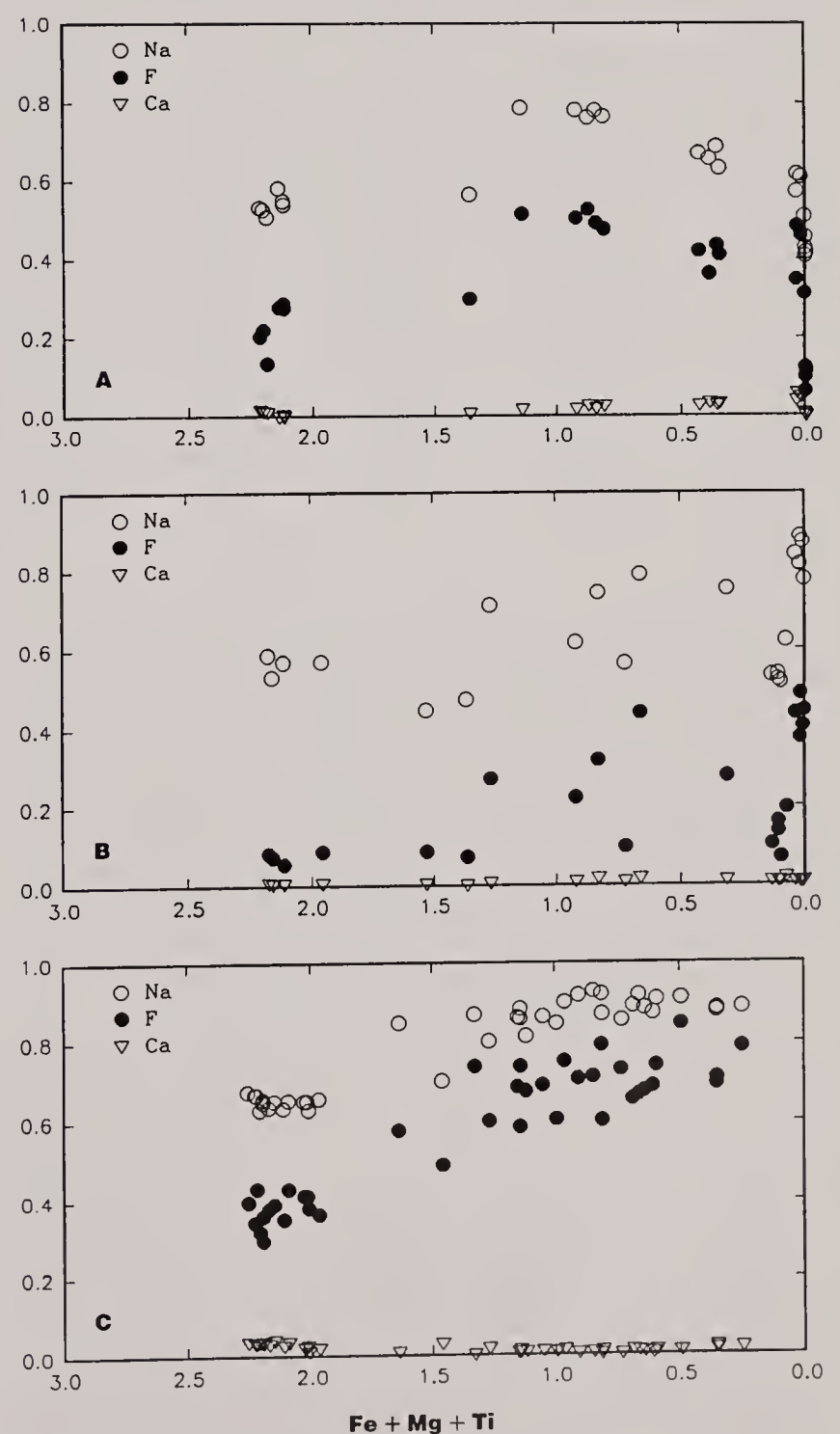



Fig. 4. Variation in concentrations of Na, Ca and F per formula unit versus the FMT index. The same localities as in Fig. 2.

Table 2 - Representative compositions of tourmaline from the zoned lepidolite pegmatite Laštovičky.

	106	201	415	309	312	310	723	619	620
SiO_2	34.75	35.17	36.17	36.36	37.28	37.29	39.01	38.79	38.37
P_2O_5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.03	0.04
TiO_2	0.27	0.09	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Al_2O_3	33.85	34.05	36.60	37.41	40.32	40.66	40.32	44.16	44.01
FeO_{tot}	13.71	14.73	9.76	6.28	3.17	2.58	0.15	0.02	0.00
MnO	0.18	0.25	0.52	0.48	0.44	0.40	0.42	0.03	0.01
MgO	0.77	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.08	0.26	0.56	0.35	0.07	0.07	0.01	0.01	0.00
CaO	0.09	0.00	0.04	0.15	0.16	0.19	0.30	0.01	0.00
Na_2O	1.59	1.63	1.76	2.38	2.15	2.03	2.05	1.43	1.38
K_2O	0.07	0.03	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01
F	0.37	0.51	0.57	1.01	0.83	0.81	0.95	0.20	0.23
O=F	-0.16	-0.21	-0.24	-0.43	-0.35	-0.34	-0.40	-0.08	-0.10
Total	85.57	86.52	85.75	84.03	84.07	83.77	82.87	84.61	83.95
Si	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.004	0.004	0.005
Ti	0.035	0.012	0.000	0.002	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000
Al	6.888	6.846	7.155	7.276	7.648	7.710	7.309	8.050	8.111
Fe^{2+}	1.980	2.102	1.354	0.867	0.427	0.347	0.019	0.003	0.000
Mn	0.026	0.036	0.073	0.067	0.060	0.055	0.055	0.004	0.001
Mg	0.198	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.010	0.033	0.069	0.043	0.008	0.008	0.001	0.001	0.000
Ca	0.017	0.000	0.007	0.027	0.028	0.033	0.049	0.002	0.000
Na	0.532	0.539	0.566	0.761	0.671	0.633	0.611	0.429	0.418
K	0.015	0.007	0.002	0.004	0.000	0.004	0.002	0.002	0.002
F^-	0.202	0.275	0.299	0.527	0.422	0.412	0.462	0.098	0.114
O^{2-}	24.806	24.601	24.371	24.041	24.119	24.141	23.178	24.261	24.334
Catsum	15.702	15.576	15.226	15.047	14.842	14.799	14.053	14.494	14.538
Ansum	25.008	24.876	24.670	24.568	24.541	24.553	23.640	24.359	24.448

ent patterns of Na variation were observed in the individual pegmatite subtypes. All lepidolite pegmatites exhibit an increase of Na values, ranging from 0.4 to 0.6 apfu in schorl to foitite of the outermost textural-paragenetic unit up to about 0.8 apfu in Fe-rich elbaite with the FMT index close to 1, followed by apparent Na decrease at 0.6 to 0.4 apfu in elbaite to rossmanite at the end of crystallization with the FMT index close to 0 (Fig. 4a). Elbaite pegmatites, although fairly consistent in compositional evolution of the Y-site cations, display two distinct trends of the X-site cations. Calcium-poor tourmalines from zoned pegmatites are characterized by gradual Na increase from 0.4 to 0.85 apfu during crystallization (Fig 4b). Tourmalines with high Ca-content (Ca > 0.2 apfu, locally Ca > Na in the Bližná and Rečice localities) from mostly homogeneous pegmatites show constant Na at about 0.6 apfu throughout the crystallization, but slight to abrupt decrease is recorded at the end of crystallization at Vlastějovice (Fig. 5c) and Bližná (Novák *et al.* 1997). The masutomilite pegmatite at Kracovice exhibits relatively high Na in tourmaline, ranging from 0.6 up to 0.93 apfu at the end of crystallization (Fig. 4c).

In most pegmatites characterized by Ca-poor tourmalines, Ca occurs mostly in very low concentrations throughout the pegmatite crystallization, and only slight increase is recorded in late stages. In elbaite pegmatites with Ca-rich tourmalines, the relatively high Ca concentrations abruptly decrease in early tourmaline, and then Ca abruptly increases in the tail-end of primary crystallization (Fig. 5c) (Novák *et al.* 1997).

Fluorine

Fluorine varies in a wide range; very low contents of about 0.0 to 0.2 apfu F were found in early crystallized schorl to foitite from outermost situated pegmatite units of lepidolite pegmatites and in relatively late Fe-poor elbaite to rossmanite in lepidolite-rich units. Highest contents of F are typical for Fe-rich elbaite in lepidolite pegmatites and Mn-rich elbaite in elbaite pegmatites. Very high F-contents up to 0.85 apfu were found particularly in elbaite from the masutomilite pegmatite at Kracovice (Fig. 4c), relative to the tourmaline (schorl to elbaite) from other complex pegmatites (Chaudhry and Howie 1976, Sahama *et al.* 1979, Povondra *et al.* 1985, Jolliff *et al.* 1986, Novák and Selway 1997, Selway *et al.*, 1999).

Fluorine exhibits evolution trend remarkably sim-

Table 3 - Representative compositions of tourmaline from the zoned elbaite pegmatite Pikárec.

	144	246	350	248	452	556	660	661	766
SiO_2	35.13	34.82	34.44	34.20	34.94	35.57	34.86	35.53	37.05
P_2O_5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00
TiO_2	0.38	0.26	0.06	0.00	0.17	0.20	0.03	0.04	0.05
Al_2O_3	32.80	33.96	35.94	38.16	37.76	38.25	39.32	39.19	37.94
FeO_{tot}	14.66	13.31	9.28	6.26	4.45	2.06	0.91	0.67	0.02
MnO	0.75	1.62	3.52	5.24	3.92	6.02	7.77	7.93	5.45
MgO	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.17	0.22	0.42	0.19	0.17	0.00	0.15	0.07	0.02
CaO	0.05	0.04	0.01	0.05	0.10	0.07	0.06	0.06	0.04
Na_2O	1.77	1.71	1.40	1.81	2.37	2.30	1.60	1.58	2.78
K_2O	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
F	0.15	0.16	0.13	0.40	0.81	0.52	0.19	0.13	0.79
O=F	-0.06	-0.07	-0.05	-0.17	-0.34	-0.22	-0.08	-0.05	-0.33
Total	85.96	86.12	85.19	86.17	84.38	84.83	84.83	85.21	83.83
Si	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
P	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.004	0.000
Ti	0.049	0.034	0.008	0.000	0.022	0.025	0.004	0.005	0.006
Al	6.602	6.897	7.379	7.890	7.642	7.604	7.976	7.800	7.241
Fe^{2+}	2.094	1.918	1.352	0.918	0.639	0.291	0.131	0.095	0.003
Mn	0.108	0.236	0.519	0.779	0.570	0.860	1.133	1.134	0.748
Mg	0.033	0.005	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.021	0.028	0.054	0.025	0.022	0.000	0.019	0.009	0.002
Ca	0.009	0.007	0.002	0.009	0.018	0.013	0.011	0.011	0.007
Na	0.586	0.571	0.473	0.616	0.789	0.752	0.534	0.517	0.873
K	0.007	0.009	0.007	0.004	0.007	0.004	0.004	0.006	0.004
F^-	0.081	0.087	0.072	0.222	0.440	0.277	0.103	0.069	0.405
O^{2-}	24.523	24.865	25.219	25.769	24.934	24.874	25.483	25.196	23.870
Catsum	15.510	15.710	15.797	16.243	15.709	15.555	15.812	15.581	14.884
Ansum	24.604	24.952	25.290	25.991	25.374	25.152	25.587	25.266	24.275

ilar to that of Na in the X-site of Ca-poor tourmalines (Fig. 4); very good positive correlations Na versus F and negative correlation X-site vacancy versus F were recorded. In Ca-rich tourmalines, F commonly increases during crystallization (Fig. 5c).

Discussion

In order to discuss the compositional trends in tourmaline throughout the pegmatite crystallization in distinct pegmatite subtypes, the trends were compared with the schematic covariation of Y-site cations in tourmaline, published by Jolliff *et al.* (1986) (Fig. 6). Results of the comparison as well as a discussion of the controlling factors are given in the sequence: Y-site cations in the order of decreasing field strength, X-site cations and fluorine.

Y-site cations

1. Titanium and Mg drop abruptly from tourmaline in the outermost unit inwards, as observed in other complex pegmatites (e.g., Foord 1976, Jolliff *et al.* 1986, Aurisicchio and Freda 1992), and as corresponds to the schematic evolution of Ti and Mg (Fig. 6). However, in most elbaite pegmatites with homogeneous or subhomogeneous internal structure and Ca-rich tourmalines (e.g., Bližná; Novák *et al.* 1997), and in the masutomilite pegmatite in Kracovice, Mg and locally also Ti maintain relatively high concentrations throughout the crystallization, despite a gradual decrease (Fig. 2c, 5a). Most of these pegmatites are hosted by Ca, Mg-rich rocks (dolomite marble, pyroxene gneiss); thus a weak influx of Mg from the host rock into pegmatite during its crystallization seems to be an explanation. However, increased Ti concentration in tourmaline from the Bližná pegmatite (Novák *et al.* 1997) penetrating dolomite-calcite marble with graphite and elevated Mg in tourmaline from Kracovice enclosed in gneiss are not explained sufficiently.

2. Iron slightly increases from tourmaline in the outermost unit inwards, then decreases to the centre. Thus, covariations of Fe and other Y-site cations are very close to the schematic (see Fig. 6) and to those described from other localities (e.g., Jolliff *et al.* 1986). Because Fe is the dominant element in the calculated FMT index, the discussion of Fe behaviour in detail is fairly limited.

3. Low concentrations of Zn were found in early-

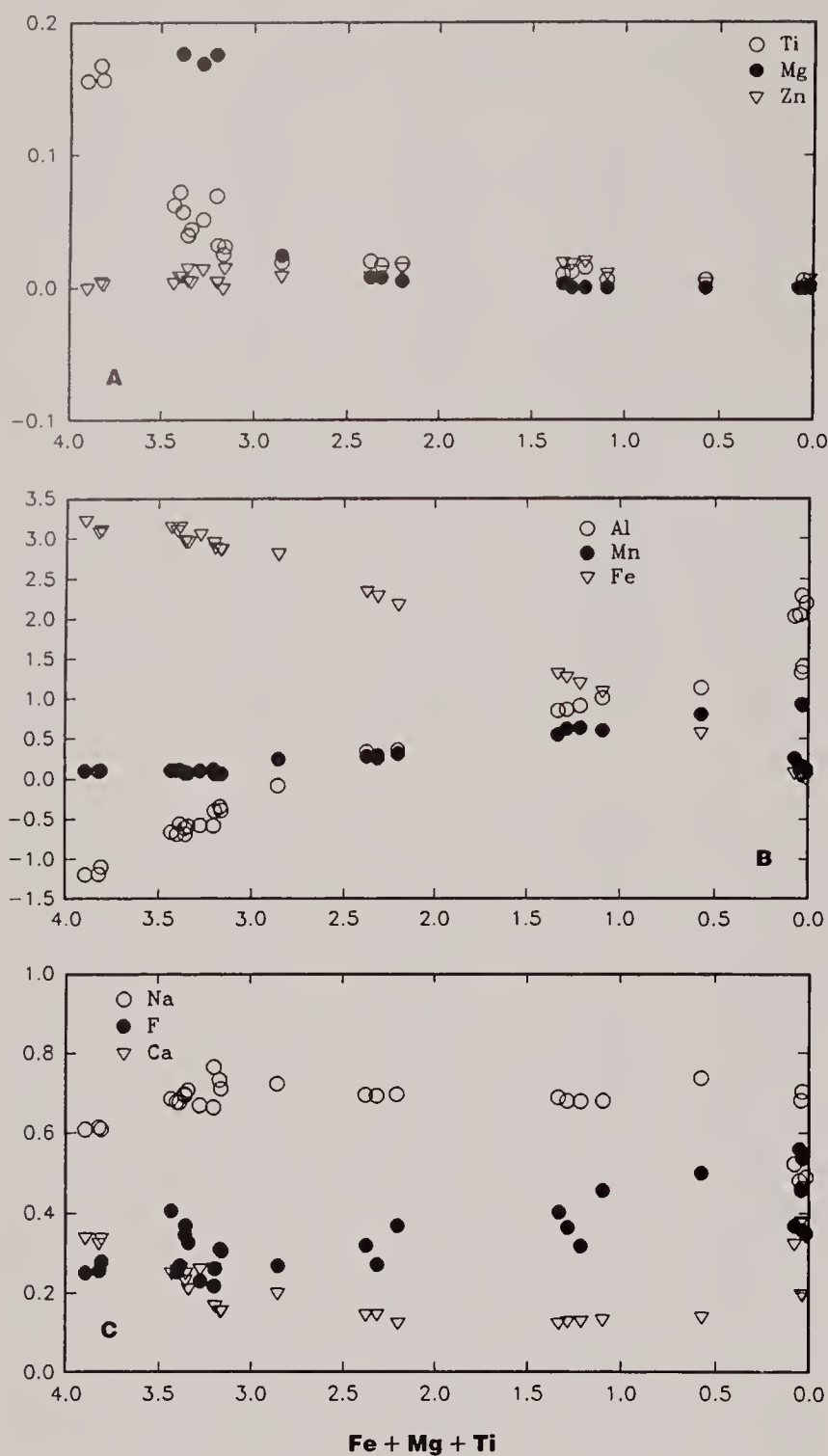



Fig. 5. Variation in concentrations of the Y-site and X-site cations and fluorine versus the FMT index in elbaite pegmatite from Vlastějovice. Missing points in the diagram A vary from 0.57 to 0.22 apfu Mg.

Fig. 6. Schematic illustration of ideal covariation of Y-site cations of tourmaline in response to decreasing temperature and increasing fractionation of melt (Jolliff *et al.* 1986).

crystallized tourmaline from almost all pegmatites, disregarding their subtype, internal structure and host rock. Zinc increases slightly in Fe-rich elbaite, then fall off (Fig. 2). This trend is very close to the schematic one (Fig. 6).

4. Behaviour of Mn exhibits two evidently distinct trends. Mostly very low Mn concentrations are found in lepidolite pegmatites; however, minor increase in the end of crystallization is locally recorded. Manganese generally increases during crystallization in elbaite pegmatites and in the masutomilite pegmatite from Kracovice; some localities, however, display abrupt decrease of Mn in the tail-end of crystallization (Fig. 3b, 5b). Such trend is very similar to the schematic pattern (Fig. 6), and it was found in other elbaite pegmatites (e.g., Zagorskyi and Peretyazhko 1992, Aurisicchio and Freda 1992, Novák and Povondra 1995, Novák *et al.* 1997). In lepidolite pegmatites, a cation partitioning with abundant co-crystallizing muscovite and lepidolite may result in dominant Mn-poor tourmalines. However, muscovite is also an indicator of elevated acidity (Burt 1981, London 1982, Gordeenko and Ponomarova 1988). Hence, the acidity-alkalinity of a parent medium, which appears to be different in lepidolite and elbaite pegmatites (Němec and Povondra 1993, Novák and Povondra 1995), may have played an important role. Garnet (spessartine-almandine), which locally occurs in pegmatites along with tourmaline (Němec 1983, 1990), exhibits increased Mn contents in elbaite pegmatites relative to lepidolite ones (Novák and Povondra 1995). It is not clear whether this fact indicates increased overall activity of Mn in this particular pegmatite subtype or crystallization of abundant micas (muscovite, lepidolite) in lepidolite pegmatites depressed activity of Mn in melt. However, the controlling role of garnet seems to be limited, because similar compositional trends and concentrations of Mn are found in tourmaline from both garnet-rich pegmatites (Pikárec, elbaite with up to 7.93 wt.% MnO) and garnet-free elbaite pegmatites (Vlastějovice, elbaite with up to 6.60 wt.% MnO). These observations are in a contrast with those found in elbaite pegmatites from the Elba Island by Aurisicchio and Pezzotta (1997); where the Mn contents in elbaite from pockets associated with spessartine-rich garnet are evidently depressed relative to those from garnet-free pockets.

5. Variations in Al characterized by a general increase throughout crystallization are consistent with all other published data (Foord 1976, Sahama *et al.* 1979, Jolliff *et al.* 1986, 1987, Němec 1989, Aurisicchio and Freda 1992, Novák and Povondra 1995), and the schematic covariation model (Fig. 6), too. A wide range of Al concentrations in Fe-free tourmalines was found in lepidolite pegmatites (Novák and Povondra 1995, Novák and Selway 1997, Selway *et al.*, 1999), and also in some elbaite pegmatites (Fig. 3b). It indicates, that in the Fe-depleted end of the primary crystallization, the trend emerges toward Fe-free, Al-rich tourmaline components. In the elbaite pegmatites with Ca-rich tourmaline, the Al increase may result from an increase of the olenite component. In lepidolite pegmatites, Fe-free elbaite is characterized by high rossmanite component, which may locally predominate over the elbaite component (Rožná-Hradisko, Laštovičky; Novák and Selway 1997, Selway *et al.*, 1998, 1999) (Fig. 3a). It is not clear, whether the increase of the rossmanite component is controlled by crystal-chemical constraints (Hawthorne 1996), cation partitioning (Li, Al) with associated lepidolite or some other factors.

The Al concentrations in tourmaline from the masutomilite pegmatite at Kracovice are relatively con-

Table 4 - Representative compositions of tourmaline from the zoned masutomilite pegmatite Kracovice.

	215	110	537	218	220	222	431	432	430
SiO_2	35.11	34.40	36.00	36.35	36.91	37.55	37.03	37.61	37.33
P_2O_5	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
TiO_2	0.30	0.15	0.17	0.16	0.05	0.18	0.11	0.16	0.05
Al_2O_3	32.64	34.26	34.76	34.92	35.78	36.32	36.04	36.61	36.42
FeO_{tot}	14.48	13.26	10.02	7.87	5.81	4.44	3.55	2.49	1.82
MnO	0.74	1.03	2.32	1.91	2.14	2.77	3.84	4.18	4.95
MgO	0.39	0.05	0.16	0.14	0.06	0.11	0.01	0.00	0.00
ZnO	0.39	0.45	0.59	0.19	0.10	0.09	0.16	0.05	0.13
CaO	0.20	0.11	0.17	0.09	0.08	0.06	0.07	0.14	0.12
Na_2O	1.90	1.95	2.18	2.68	2.76	2.86	2.90	2.86	2.85
K_2O	0.06	0.06	0.06	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
F	0.59	0.66	0.93	1.12	1.17	1.34	1.65	1.41	1.55
O=F	-0.25	-0.28	-0.39	-0.47	-0.49	-0.56	-0.69	-0.59	-0.65
Total	86.56	86.12	86.97	84.99	84.38	85.17	84.70	84.94	84.61
Si	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
P	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Ti	0.039	0.020	0.021	0.020	0.006	0.022	0.013	0.019	0.006
Al	6.574	7.043	6.828	6.793	6.855	6.840	6.882	6.883	6.899
Fe^{2+}	2.069	1.934	1.397	1.086	0.790	0.593	0.481	0.332	0.245
Mn	0.107	0.152	0.328	0.267	0.295	0.375	0.527	0.565	0.674
Mg	0.099	0.013	0.040	0.034	0.015	0.026	0.002	0.000	0.000
Zn	0.049	0.058	0.073	0.023	0.012	0.011	0.019	0.006	0.015
Ca	0.037	0.021	0.030	0.016	0.014	0.010	0.012	0.024	0.021
Na	0.630	0.659	0.704	0.858	0.870	0.886	0.911	0.885	0.888
K	0.013	0.013	0.013	0.006	0.002	0.002	0.006	0.004	0.002
F^-	0.319	0.364	0.490	0.585	0.602	0.677	0.846	0.711	0.788
O^{2-}	24.465	24.943	24.265	23.796	23.555	23.424	23.428	23.379	23.377
Catsum	15.618	15.916	15.433	15.104	14.858	14.765	14.855	14.718	14.754
Ansum	24.784	25.307	24.902	24.381	24.355	23.998	24.274	24.090	24.165

stant throughout pegmatite crystallization. It is in a conspicuous contrast with all data published to date (e.g., Staatz *et al.* 1955, Foord 1976, Sahama *et al.* 1979, Povondra *et al.* 1985, Jolliff *et al.* 1986, Zagorskyi and Peretyazhko 1992, Aurisicchio and Freda 1992, Novák and Povondra 1995, Novák and Selway 1997) with the exception of elbaite pegmatite Belo Horizonte No.1, Peninsular Ranges Batholith, southern California (Taylor *et al.* 1997). Perhaps some specific compositional characteristics of the parent medium, such as very high activity of F (abundant topaz, relatively common F-rich hambergite), high activity of B (F-rich hambergite), and/or increased alkalinity (absence of muscovite, presence of zinnwaldite-masutomilite micas, abundance of F-rich hambergite) may have generated nearly constant Al contents - a unique compositional trend in tourmaline from complex pegmatites.

A comparison of schematic covariations on the Y-site cations based on the field strength calculations (Jolliff *et al.* 1986), and actual variations in the individual pegmatite subtypes described in this work, yielded remarkable similarities in the evolution of Ti, Mg, Fe, Zn and mostly also of Mn and Al. This observation may indicate that the crystal-chemical factor in combination with the geochemical factor is the most important to control tourmaline composition during primary crystallization. Some difference in evolution of Mn from the theoretical schematic model found in lepidolite pegmatites seems to be controlled by (i) a element-partitioning among simultaneously crystallized phases, when mica (muscovite and lepidolite) buffers Mn-activity to a low level, or (ii) increased acidity of a parent medium indicated by abundant muscovite and trilithionite (Gordeenko and Ponomareva 1988). Behaviour of Al is generally consistent with the schematic model (Fig. 6). The almost constant concentrations of Al in tourmaline throughout crystallization in the masutomilite pegmatite from Kracovice seems to be the most significant deviation from the schematic model found in this work. It may be controlled by a specific composition of the parent medium. Rather elevated contents of Mg in tourmaline from homogeneous pegmatites cutting Mg-rich rocks, and Fe in subhomogeneous pegmatite at Vlastějovice cutting Fe-skarn (Fig. 5a, b), respectively, show evident participation of the contamination factor in the elbaite pegmatites with a homogeneous and subhomogeneous internal structure. Zoned pegmatites display only fairly negligible influence on the tourmaline composition disregard-

Table 5 - Representative compositions of tourmaline from the homogeneous elbaite pegmatite Vlastejovice.

	212	210	211	308	309	307	403	401	404
SiO_2	33.81	34.00	34.02	35.38	34.96	35.70	35.78	35.96	36.38
P_2O_5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
TiO_2	0.38	0.14	0.13	0.08	0.05	0.05	0.00	0.00	0.02
Al_2O_3	25.92	28.43	30.09	34.23	34.61	36.02	37.47	42.15	42.19
FeO_{tot}	20.58	19.05	15.51	9.30	7.58	4.03	0.25	0.28	0.11
MnO	0.63	1.63	1.89	3.78	4.08	5.59	6.40	1.14	0.86
MgO	0.64	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.11	0.07	0.10	0.15	0.09	0.03	0.00	0.00	0.06
CaO	1.38	1.05	0.78	0.69	0.73	0.78	1.09	2.13	1.94
Na_2O	1.94	2.11	2.02	2.09	2.04	2.26	2.16	1.43	1.53
K_2O	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00
F	0.41	0.48	0.49	0.75	0.84	0.94	1.01	0.68	0.67
O=F	-0.17	-0.20	-0.21	-0.32	-0.35	-0.40	-0.43	-0.29	-0.28
Total	85.68	86.92	84.92	86.19	84.68	85.03	83.74	83.49	83.49
Si	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ti	0.051	0.019	0.017	0.010	0.006	0.006	0.000	0.000	0.002
Al	5.421	5.913	6.255	6.842	7.001	7.135	7.405	8.289	8.201
Fe^{2+}	3.054	2.811	2.288	1.319	1.088	0.566	0.035	0.039	0.015
Mn	0.095	0.244	0.282	0.543	0.593	0.796	0.909	0.161	0.120
Mg	0.169	0.024	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.014	0.009	0.013	0.019	0.011	0.004	0.000	0.000	0.007
Ca	0.262	0.199	0.147	0.125	0.134	0.140	0.196	0.381	0.343
Na	0.668	0.722	0.691	0.687	0.679	0.736	0.702	0.463	0.489
K	0.011	0.016	0.016	0.011	0.011	0.006	0.002	0.002	0.000
F^-	0.230	0.268	0.273	0.402	0.456	0.500	0.536	0.359	0.349
O^{2-}	24.053	24.428	24.371	24.439	24.457	24.343	24.332	25.067	24.865
Catsum	15.746	15.956	15.717	15.558	15.524	15.390	15.250	15.334	15.179
Ansum	24.283	24.696	24.644	24.842	24.913	24.842	24.956	25.426	25.214

ing the composition of host rocks. Pegmatites enclosed in serpentinite (Nová Ves), amphibolite (Dobrá Voda) or marble (Krasonice), respectively, do not virtually differ from those enclosed in various metapelites (see Table 1) or the difference is quite a negligible.

X-site cations and fluorine

Behaviour of cations in the X-site was studied by Foord (1976) and Jolliff *et al.* (1986), and also discussed for distinct subtypes of complex pegmatites (Novák and Povondra 1995, Novák and Selway 1997, Novák *et al.* 1997 and Selway *et al.*, submitted). As considerable covariations of Na, Ca and F have been observed in this study, these elements will be discussed together.

Disregarding pegmatite subtypes described herein, two principal groups were recognized in the trends of the X-site cations and F in tourmaline; Ca-poor tourmalines in various pegmatite subtypes, and Ca-rich tourmalines (Ca > 0.2 apfu) from elbaite pegmatites typically with homogeneous to subhomogeneous internal structure.

The first group is characterized by a very good positive correlation of Na versus F and negative correlation X-site vacancy versus F throughout the crystallization. In the lepidolite pegmatites, apparent decrease of Na and F is recorded in the end of tourmaline crystallization. Mostly Fe-poor elbaite (or rossmanite) is commonly associated with lepidolite (Li, F-rich), but locally also with albite (Na-rich); some tourmaline occurs in a quartz core, but lepidolite and locally albite are mostly present in a subordinate amount. The Na partitioning between tourmaline and albite to control Na activity seems to have only a very minor significance if any, because the same behaviour of Na was found in tourmaline completely enclosed in lepidolite. However, the partitioning of F into lepidolite over tourmaline is very likely. Such consequence is also supported by the fact that change into the reverse decreasing trend of Na and F in tourmaline is apparently related to the substitution of muscovite by lepidolite in the tourmaline assemblages at the localities examined. Lepidolite crystallization seems to have significantly depleted the melt of F. Gradual increase in Na and F of Ca-poor tourmalines from elbaite pegmatites (muscovite and lepidolite are rare or absent) and masutomilite pegmatite (zin-

nwaldite, Mn-rich lepidolite and masutomilite are abundant) throughout the overall pegmatite crystallization indicates elevated activity of F; however, increasing alkalinity of parent medium may have played a role. Remarkably positive correlation of Na and F in all Ca-poor tourmalines is very likely resulting from crystal-chemical constraints, possibly a significant interaction Na^+ - F^- in the crystal structure of tourmaline (Robert *et al.* 1997). Hence, activity of F in melt may control entering of Na into the tourmaline structure.

In Ca-rich tourmalines (Ca > 0.2 apfu), entirely different compositional trends were found. There is no positive correlation of Na and F. Increased Ca contents from the outermost zones in some pegmatites and subsequent decrease seem to reflect the influence of Ca-rich host rocks (marble, Fe-skarn, pyroxene gneiss). However, Ca increase in the tail-end of primary crystallization, found in Ca-rich tourmaline from elbaite pegmatites (Fig. 5c) and also in some lepidolite pegmatites, indicates rather elevated activity of Ca in late stages of magmatic crystallization (London *et al.* 1989, London 1992) than an influx of Ca from host rock.

Conclusions

A comparative study of compositional variations in tourmaline from 16 individual pegmatite dikes of the complex type in the Moldanubian region, Czech Republic found out several distinct trends of the Y-site cations, X-site cations and F typical for the individual pegmatite subtypes.

Compositional trends of the Y-site cations (Ti, Mg, Fe, Zn, Mn and Al) are close to the schematic diagram of cations covariation derived from the cation field strengths. Concentration of the Y-site cations seems to be controlled particularly by the crystal-chemical factor in a combination with the geochemical factor, whereas the element-partitioning factor is less important. The contamination factor operates in Ca-rich tourmaline from elbaite pegmatites with homogeneous internal structure cutting Mg- and/or Fe-rich rocks, particularly in early stage of magmatic crystallization. Zoned complex pegmatites exhibit quite a negligible control of the contamination factor.

The X-site cations (Na and Ca) and F exhibit contrasting evolution trends in Ca-poor and Ca-rich tourmaline, respectively, disregarding their pegmatite subtype. Their concentrations and the X-site vacancy indicate elevated control of the geochemical factor (increased amounts of Ca in late stages of crystallization), contamination factor (elevated amounts of Ca in early stage of crystallization) and particularly element-partitioning factor combined with crystal-chemical factor (Na - F relations in Ca-poor tourmaline).

Distinct compositional trends found in tourmaline from lepidolite and elbaite pegmatites in the Moldanubicum (Novák and Povondra 1995) were generally corroborated in the present study. Behaviour of Al in tourmaline from masutomilite pegmatite in Kracovice is unique and worth a detailed study as well as element-partitioning between tourmaline and mica and tourmaline and garnet throughout pegmatite evolution.

Acknowledgements

The study was supported by the Dean of Science, University of Manitoba Postdoctoral Fellowship to the author in 1991 to 1993 and by the NSERC Research plus Major Installation grants to Petr Černý. Part of the work was also supported by Grant Agency of Czech Republic, grant No. 205/96/0855. I am indebted to Petr Černý, Federico Pezzotta and an anonymous reviewer for heplful comments, and to Ron Chapman for assistance with analytical work and computer.

References

Aurisicchio C. & Freda C., 1992 - The role of the tourmaline minerals in the evolution of the Elban pegmatites: Tuscany, Italy. In: Abstracts of Papers, International Symposium on the Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Granitic Pegmatites, Lepidolite 200, Nové Město na Moravě, August-September 1992: 12.

Aurisicchio C. & Pezzotta F., 1997 - Tourmaline-group minerals of the LCT miarolitic pegmatites of the Elba Island, (Italy): chemical composition and genetic and paragenetic inferences. In: Abstracts, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, July 1997: 1-2.

Burns P.C., Macdonald D.J. & Hawthorne F.C., 1994 - The crystal chemistry of manganese-bearing elbaite. *Canad. Mineralogist*, 32: 31-41.

Burt D.M., 1981 - Acidity-salinity diagrams-application to greisen and porphyry depositis. *Econ. Geology*, 76: 832-843.

Černý P., 1991 - Rare-element Granitic Pegmatites. Part I: Anatomy and Internal Evolution of Pegmatite Deposits. *Geoscience Canada*, 18: 49-67.

Chaudhury M.N. & Howie R.A., 1976 - Lithium tourmalines from the Meldon aplite, Devonshire, England. *Miner. Mag.*, 40: 747-751.

Cooper M., Hawthorne F.C., Novák M. & Taylor M.C., 1994 - The crystal structure of tusionite $Mn^{2+}Sn^{4+}(BO_3)_2$, a dolomite structure borate. *Canad. Mineralogist*, 32: 903-907.

Foit F.F. jr. & Rosenberg P.E., 1979 - The structure of vanadium-bearing tourmaline and its implications regarding tourmaline solid-solutions. *Amer. Mineralogist*, 64: 788-798.

Foord E.E., 1976 - Mineralogy and petrogenesis of layered pegmatite-aplite dikes in the Mesa Grande district, San Diego County, California. *PhD. Thesis, Stanford University*, California, 326 p.

Gorgeenko V.V. & Ponomareva I.N., 1988 - Physico-chemical stability conditions of lithium micas of the lepidolite series. *Zap. Vses. Mineral. Obch.*, 117: 633-638.

Grice J.D. & Ercit T.S., 1993 - Ordering of Fe and Mg in the tourmaline crystal structure: The correct formula. *Neues. Jb. Miner. Abh.*, 165: 245-266.

Hawthorne F.C., 1996 - Structural mechanism for light-element variations in tourmaline. *Canad. Mineralogist*, 34: 123-132.

Henry D.J. & Dutrow L.B., 1990 - Ca substitution in Li-poor aluminous tourmaline. *Canad. Mineralogist*, 28: 111-124.

Henry D.J. & Dutrow L.B., 1996 - Metamorphic tourmaline and its petrologic applications. In: Grew E.S. & Anovitz L.M. (eds): Reviews in Mineralogy. *Boron Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 33: 503-557.

Houzar S., 1987 - New lithium-bearing pegmatite from Kracovice near Třebíč. *Acta Sci. nat. Musei Moraviae occident. Třebíč*: 1-4. (in Czech).

Jolliff B.L., *Papike J.J. & Shearer* C.K., 1986 - Tourmaline as a recorder of pegmatite evolution: Bob Ingersoll pegmatite, Black Hills, South Dakota. *Amer. Mineralogist*, 71: 472-500.

Jolliff B.L., Papike J.J. & Shearer C.K., 1987 - Fractionation trends in mica and tourmaline as indicators of pegmatite internal evolution: Bob Ingersol pegmatite, Black Hills, South Dakota. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51: 519-534.

London D., 1982 - Stability of spodumene in acidic and saline fluorine-rich environments. *Carnegie Institution of Washington Year Book*, 81: 331-334.

London D., 1992 - The application of experimental petrology to the genesis and crystallization of granitic pegmatites. *Canad. Mineralogist*, 30: 499-540.

London D., 1996 - Granitic pegmatites. *Trans. Royal Soc. Edinburgh: Earth Sciences*, 87: 305-319.

LONDON D., MORGAN G.B. VI & HERVIG R.L., 1989 - Vapor-undersaturated experiments with Macusani glass + H_2O at 200 MPa, and internal differentiation of granitic pegmatites. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 102: 1-17.

LONDON D., MORGAN G.B. VI. & WOLF M.B., 1996 - Boron in granitic rocks and their contact aureoles. In: Grew E.S. & Anovitz L.M. (eds): Reviews in Mineralogy. *Boron Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 33: 299-330.

MACDONALD D.J., HAWTHORNE F.C. & GRICE J.D., 1993 - Foitite, □$[Fe^{2+}_2(Al, Fe^{3+})]$ $Al_6Si_6O_{18}$ $(BO_3)_3(OH)_4$, a new alkali-deficient tourmaline: Description and crystal structure. *Amer. Mineralogist*, 78: 1299-1303.

MANNING D.A.C., 1982 - Chemical and morphological variation in tourmalines from the Hub Kapong batholith in peninsular Thailand. *Miner. Mag.*, 45: 139-147.

MORGAN G.B. VI & LONDON D., 1987 - Alteration of amphibolitic wallrocks around the Tanco rare-element pegmatite, Bernic Lake, Manitoba. *Amer. Mineralogist*, 72: 1097-1121.

NĚMEC D., 1983 - Zinnwaldit in Moldanubischen Lithium-Pegmatiten. *Chem. Erde*, 42: 197-204.

NĚMEC D., 1989 - Chemical composition of tourmaline in pegmatites of the Jihlava Massif (Western Moravia, CSSR). *Chem. Erde*, 49: 317-340.

NĚMEC D., 1990 - Neues zur Mineralogie eines Hambergite-führenden Pegmatitgangs von Kracovice (bei Třebíč, West-Morava, CSFR). *Z geol. Wiss.*, 18: 1105-1115.

NĚMEC D. & POVONDRA P., 1993 - Chemical composition of lepidolite and the acidity-alkalinity of its parent pegmatite medium. *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk Brun., Geology*, 23: 45-53.

NOVÁK M., 1996 - Tourmaline environments in complex pegmatites; a basis for mineralogical and geochemical study. *Acta Miner. Petrogr., Szeged*, 37: 85.

NOVÁK M., BURNS P.C. & MORGAN G.B. VI, 1998 - Fluorine variation in hambergite from granitic pegmatites. *Canad. Mineralogist*, 36: 441-446.

NOVÁK M., ČERNÝ P., COOPER M., HAWTHORNE F.C., OTOLLINI L., ZHI XU & LIANG, J.-J., 1999 - Boron-bearing $2M_1$ polylithionite and $2M_1$+ 1M boromuscovite from an elbaite pegmatite at Reèčice, western Moravia, Czech Republic. *Eur. J. Mineral.*, 11, 669-678.

NOVÁK M., ČERNÝ P., ČECH F. & STANĚK J., 1992 - Granitic pegmatites in the territory of the Moravian and Bohemian Moldanubicum. In: Novák M. & Černý P. (eds). Field Trip Guidebook, International Symposium on Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Granitic Pegmatites, Lepidolite 200, Nové Město na Moravě, August-September 1992: 11-20.

NOVÁK M. & HYRŠL J., 1992 - Locality No. 3: Vlastějovice near Zruc nad Sázavou, pegmatites with fluorite penetrating skarn. In: Novák M. & Černý P. (eds). Field Trip Guidebook, International Symposium on Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Granitic Pegmatites, Lepidolite 200, Nové Město na Moravě, August-September 1992: 33-37.

NOVÁK M. & POVONDRA P., 1995 - Elbaite pegmatites in the Moldanubicum; a new subtype of the rare-element class. *Mineral. Petrol.*, 55: 159-176.

NOVÁK M. & SELWAY J.B., 1997 - Locality No. 1: Rožná near Bystřice nad Pernštejnem, Hradisko hill, a large lepidolite subtype pegmatite dike. In: Novák M. & Selway J.B. (eds.). Field Trip Guidebook, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, June 1997: 23-38.

NOVÁK M., SELWAY J.B., KORBEL P. & SARBACH M., 1997 - Locality No. 4: Bližná near Cerná v Pošumaví, elbaite subtype pegmatite penetrating marble with exomorphic tourmaline. In: Novák M. & Selway J.B. (eds.). Field Trip Guidebook, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, June 1997: 55-70.

NOVÁK M., & TAYLOR M.C., 1996 - New occurrences of foitite and its position in pegmatite evolution. In: Abstracts GAC/MAC Annual Meeting, May 27-29, Winnipeg 1996: A 70.

POUCHOU J.L. & PICHOIR F., 1985 - "PAP" procedure for improved quantitative microanalysis. *Microbeam Anal.*, 20: 104-105.

POVONDRA P., 1981 - The crystal chemistry of tourmalines of the schorl-dravite series. *Acta Univ. Carol., Geol.*: 223-264.

POVONDRA P., ČECH F. & STANĚK J., 1985 - Crystal chemistry of elbaites from some pegmatites of the Czech Massif. *Acta Univ. Carol., Geol.*: 1-24.

ROBERT J.-L., GOURDANT J.-P., LINNEN R.L., ROUER O. & BENOIST P., 1997 - Crystal-chemical relationships between OH, F and Na in tourmalines. In: Abstracts, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, July 1997: 84-85.

SAHAMA Th.G., v.KNORRING O. & TORNROOS R., 1979 - On tourmaline. *Lithos*, 12: 109-114.

SELWAY J.B. & NOVÁK M., 1997 - Experimental conditions, normalization procedures and used nomenclature fro tourmaline. In: Novák M. & Selway J.B. (eds.). Field Trip Guidebook, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, June 1997: 19-21.

SELWAY J.B., NOVÁK M., ČERNÝ P. & HAWTHORNE F.C., 1997 - Tourmaline from lepidolite-subtype pegmatites. In: Abstracts, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, July 1997, 91-92.

SELWAY J.B., NOVÁK M., ČERNÝ P. & HAWTHORNE F.C. 1999 - Compositional evolution of tourmaline in lepidolite-subtype pegmatites. *Eur. J. Miner.*, 11, 569-584.

SELWAY J.B., NOVÁK M., HAWTHORNE F.C., ČERNÝ P., OTTOLINI L. & KYSER T.K., 1998 - Rossmanite, □$[LiAl_2]$ $Al_6Si_6O_{18}$ $(BO_3)_3(OH)_4$, a new alkali-deficient tourmaline: Description and crystal structure. *Amer. Mineralogist*, 83: 896-900.

STAATZ M.H., MURATA K.J. & GLASS J.J., 1955 - Variation of composition and physical properties of tourmaline with its position in the pegmatite. *Amer. Mineralogist*, 40: 789-804.

STANĚK J., 1973 - Mineral paragenesis of the new lithium-bearing pegmatite at Laštovičky, western Moravia, Czechoslovakia. *Scripta Nat. Fac. UJEP*, 3: 1-14.

STANĚK J., 1992 - Nová Ves near Český Krumlov, a pegmatite dike of the petalite subtype penetrating serpentinite. In: Novák M. & Černý P. (eds). Field Trip Guidebook, International Symposium on Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Granitic Pegmatites, Lepidolite 200, Nové Město na Moravě, August-September 1992: 57-62.

STANĚK J. & POVONDRA P., 1987 - Elbaites from Rečice, western Moravia. *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.*, 72: 35-42.

TAYLOR M.C., SELWAY J.B. & NOVÁK M., 1997 - Tourmaline as a recorder of pegmatite evolution: Belo Horizonte No. 1 pegmatite, Peninsular Ranges Batholith, southern California. In: Abstracts, International Symposium on Tourmaline, Nové Město na Moravě, July 1997: 121-122.

ZAGORSKYI V.E. & PERETYAZHKO I.C., 1992 - Pegmatites with gemstones of Central Transbaikalia. *Nauka*, Novosibirsk. (in Russian).

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 57-72, 2000

New Data for Feldspars and Micas from Granitic Pegmatites in the Southwestern USA

Boris M. Shmakin*[1], Victor Ye. Zagorsky[1], Eugene E. Foord[†], Michael E. Brownfield[2] & Paul H. Briggs[2]

[1] *Vinogradov Institute of Geochemistry Siberian Division, Russian Academy of Sciences P.O. Box 4019 Irkutsk, Russia 664033*
[2] *M.S. 905 U.S. Geological Survey Box 25046 Denver Federal Center Denver, CO 80225*

Abstract - A total of 73 K-feldspars were partially chemically analyzed (Na, K and selected trace elements) and X-ray structural states were determined on a total of 43 (of the 73 total samples). A total of 46 new analyses (major, minor and trace elements) for muscovite (30), biotite (1), zinnwaldite (protolithionite and Li-phengite-muscovite) (2), lepidolite (12) and cookeite (1) were also determined. Samples come from granitic pegmatites in the southwestern USA, and include: Meyers Quarry, Eight Mile Park district, near Canyon City, CO; Harding mine, Dixon, NM; Globe mine, Petaca district, NM; White Picacho district, AZ; and several pegmatite districts in San Diego Co., CA.

Pegmatites examined range from simple to highly complexly evolved. The Meyers Quarry pegmatite is of the rare-element class, beryl-type; the Harding pegmatite is also of the rare-element class, complex-type, spodumene subtype, and the pegmatites of the Petaca district are of the rare-metal-muscovite class. The Harding pegmatite contains holmquistite, bityite, and zinnwaldite in the immediately adjacent schist, particularly on the upper contact, indicative of loss of Li from the pegmatite. The White Picacho pegmatites are of the rare-element class, complex type, spodumene subtype. All of the pegmatites examined in San Diego Co., CA are of the rare-element class, complex type, and mostly of the lepidolite subtype (Černý, 1991) with some in the Pala district being of the spodumene subtype. They contain miarolitic cavities as well.

As a whole, the elemental contents in the K-feldspars are close to those from other rare-metal and miarolitic pegmatites of the world. Some regional geochemical pecularities for the White Picacho rare-element pegmatites and for the Little Three miarolitic pegmatites exist. In all of the pegmatites studied, the later generations of K-feldspar contain more Rb, Cs and Tl than earlier ones in the same pegmatite body, reflecting fractionation and concentration of rare alkalies. The Rb/Cs ratio approaches 1 in some crystals from miarolitic cavities. In late-stage overgrowths (rims) of K-feldspar crystals (2 examples), there is an increased content of Ba, reflecting resetting of the pegmatite 'chemical clock' due to opening of formerly closed systems.

All structurally studied K-feldspar samples are microcline or orthoclase. No sample has $\sum t_1 <0.84$. However, there are 10 samples with Δt values <0.5 and 3 samples with Δt between 0.60 and 0.64. Five orthoclase samples from miarolitic cavities, including two overgrowth samples have Δt values between 0.0 and 0.3, and $\Delta t''$ values between 0.16 and 0.34, which are lower than in the surrounding microcline matrix. Because of efficient interchange between monoclinic K-feldspar (i.e. orthoclase) and the contained fluid in the miarolitic cavities, continued ordering produced well-ordered orthoclase, e.g. Little Three mine. The amount of cooling and the influence of temperature and speed of crystallization are other important controls on the structural state of the feldspar.

The muscovite and to a lesser extent, the lepidolite compositions group into distinct populations. Lepidolites range from about 30 to 57 atomic % Li, clustering around trilithionite. Trace and minor elements detected in significant quantities (>0.03%) include: B, Ba, Nb, Sn and Zn. Sn and Zn are highest in muscovites. Ga is low in lepidolites but may be as much as 400 ppm in muscovites. Boron is low in all lepidolites except for one sample from the Little Three mine, and may be as much as 1500 ppm in muscovite.

Riassunto - Sono stati parzialmente analizzati 73 campioni di K-feldspato (Na, K ed alcuni elementi in tracce); tra questi, 43 sono stati studiati ai raggi X per determinarne lo stato strutturale. Sono state inoltre eseguite 46 nuove analisi (maggiori, minori ed elementi in tracce) su campioni di muscovite (30), biotite (1), zinnwaldite (protolitionite e Li-fengite-muscovite) (2), lepidolite (12) e cookeite (1). I campioni provengono da pegmatiti granitiche nel sud-ovest degli USA, e comprendono: la miniera di Meyers Quarry, nel distretto di Eight Mile Park, vicino a Canyon City, CO; la miniera Harding, Dixon, NM; la miniera Globe, nel distretto di Petaca, NM; il White Picacho district, AZ; e numerosi distretti pegmatitici nella contea di San Diego, CA.

Le pegmatiti esaminate vanno da semplici a fortemente complesse ed evolute. La pegmatite di Meyers Quarry è della classe ad elementi rari, del tipo a berillo; La pegmatite di Harding è ancora della classe ad elementi rari, di tipo complesso, del subtipo a spodumene, e le pegmatiti del distretto di Petaca sono della classe ad elementi rari a muscovite. La pegmatite di Harding contiene holmquistite, bityite, e zinnwaldite negli scisti immediatamente adiacenti, soprattutto al contatto di tetto, ad indicare una perdita di Li durante la cristallizzazione. Le pegmatiti di White Picacho sono della classe ad elementi rari, di tipo complesso, del subtipo a spodumene. Tutte le pegmatiti prese in considerazione nella contea di San Diego, CA, sono della classe ad elementi rari, di tipo complesso, e per lo più del subtipo a lepidolite (Černý, 1991) con alcune, nel distretto di Pala, del subtipo a spodumene. Anch'esse contengono cavità miarolitiche.

In generale, i contenuti in elementi nei K-feldspati sono prossimi a quelli di altre pegmatiti miarolitiche ad elementi rari nel mondo. Vi sono tuttavia alcune particolarità geochimiche regionali nelle pegmatiti ad elementi rari di White Picacho e nelle pegmatiti miarolitiche della miniera Little Three. In tutte le pegmatiti studiate, le generazioni più tardive di K-feldspato contengono più Rb, Cs e Tl rispetto alle generazioni precedenti, indicando un frazionamento ed una concentrazione di

* E-mail: pgmigor@igc.irk.ru

alcali. Il rapporto Rb/Cs si avvicina a 1 in alcuni cristalli provenienti dalle cavità miarolitiche. Nelle sovracrescite tardive (bordi) dei cristalli di K-feldspato (2 esempi), vi è un incremento del contenuto in Ba, che riflette un disturbo chimico a causa dell'apertura del sistema.

Tutti i K-feldspati studiati da un punto di vista strutturale sono microclino ed ortoclasio. Nessun campione ha $\sum t_1 < 0.84$. Tuttavia, vi sono 10 campioni con valori di $\Delta t < 0.5$ e 3 campioni con Δt compreso tra 0.60 e 0.64. Cinque campioni di ortoclasio provenienti da cavità miarolitiche, che comprendono due campioni con sovracrescite, hanno valori di Dt tra 0.0 e 0.3, e valori di $\Delta t''$ tra 0.16 e 0.34, che sono minori rispetto a quelli del microclino della matrice circostante. A causa dell'efficiente interscambio tra il K-feldspato monoclino (ad esempio ortoclasio) ed i fluidi contenuti nelle cavità miarolitiche, un continuo processo di ordinamento ha prodotto un ortoclasio ben ordinato, come ad esempio alla miniera Little Three. Le modalità del raffreddamento e l'influenza della temperatura e della velocità di cristallizzazione sono ulteriori importanti fattori di controllo dello stato strutturale dei feldspati.

Le composizioni della muscovite ed in minor misura, della lepidolite, formano due distinte popolazioni. Le lepidoliti presentano un contenuto in Li tra il 30 ed il 57% di occupanza del sito, addensandosi attorno alla trilitionite. Elementi in traccia e minori rinvenuti in quantità significative (>0.03%) comprendono: B, Ba, Nb, Sn e Zn. Sn e Zn sono più abbondanti nella muscovite. Il contenuto in Ga è basso nelle lepidoliti ma può raggiungere il valore di 400 ppm nelle muscoviti. Il boro è basso in tutte le lepidoliti ad eccezione di un campione della miniera Little Three. Tale elemento può raggiungere valori di oltre 1500 ppm nella muscovite.

Key-words: K-feldspar, muscovite, lepidolite, granitic pegmatites.

Introduction

In January, 1991, four first authors visited a number of pegmatite districts in the southwestern USA for the purpose of collecting feldspar and mica samples to further study the chemistry, geochemistry, structural states of feldspars, and genesis of granitic pegmatites of different modes of origin, and from widely varied host rocks of different ages. All of the pegmatites examined are of Precambrian (≈1.2-1.4 BY) age except for those of the Southern California Batholith, which are mid-Cretaceous (about 100 Ma). The Precambrian pegmatites are emplaced into stable cratonic rocks while those of the SCB are related to orogenic processes (subduction). A suite of 73 feldspar and 46 mica samples were chemically analyzed at the Vinogradov Institute of Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia. The feldspars were partially-, and the micas were completely-analyzed. Major, minor and trace elements (including boron) for the micas were determined by ICP-AES at the U.S. Geological Survey, Denver, CO.

In addition, X-ray structural states were determined for 43 potash feldspars from granitic pegmatites of late Precambrian (Harding pegmatite, NM (≈1300 Ma) and White Picacho district pegmatites, AZ) and Cretaceous (pegmatites in San Diego County, CA (≈95-100 Ma) age.

The geology and mineralogy of the well-known Harding pegmatite is best summarized in Jahns and Ewing (1976), Brookins *et al.* (1979), and Chakoumakos and Lumpkin (1990). While extensive geologic and mineralogic studies of the Harding pegmatite exist, detailed studies of the potash feldspars are still lacking. Knowledge of the geology and mineralogy of the pegmatites in the White Picacho district is based on studies by Jahns (1952), London (1979), and London and Burt (1978, 1982). Numerous geologic and mineralogic studies exist of the gem- and specimen-bearing granitic pegmatites of San Diego County, California, and only a few of the more important and review-type papers are cited here: Foord (1976, 1977), Foord *et al.* (1986, 1989, 1991), Jahns (1979), Jahns and Wright (1951), Shigley and Brown (1985), Stern *et al.* (1986), and Taylor *et al.* (1979).

Sample locations

Samples of micas and feldspars were collected from the following pegmatites: Meyers Quarry, Eight Mile Park district, Canyon City, CO; Harding mine, Dixon, NM; Globe mine, Petaca district, NM; White Picacho pegmatites, NE of Wickenburg, AZ; and various pegmatites in San Diego Co., CA. The localities sampled in San Diego Co. include: Pala district- Elizabeth R-Ocean View mine, White Queen mine, Pala Chief mine, Stewart mine, and the Naylor Rock (a float block); Ramona district- Little Three mine; Mesa Grande district- Himalaya mine and San Diego Tourmaline mine. Fig. 1 is a map of the southwestern USA showing the major areas visited.

Figure 2 shows the locations of major pegmatites in the White Picacho district, AZ and Fig. 3 shows the locations of the major pegmatite districts in San Diego Co., CA.

Scale 1:25,000,000

Fig. 1 - Map of the southwestern USA showing locations of pegmatite districts sampled.

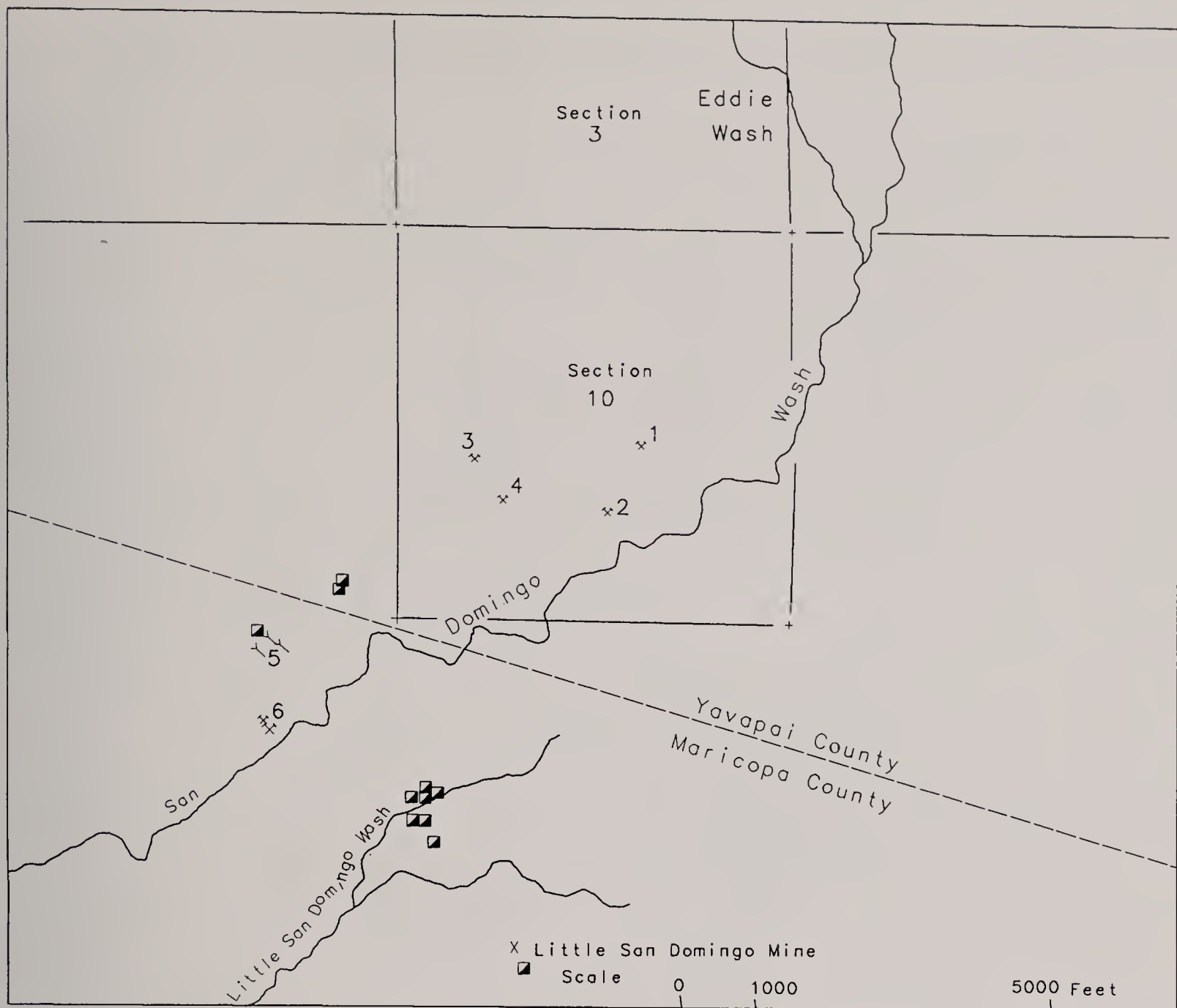



Fig. 2 - Locations of major pegmatites in the White Picacho district, AZ. 1) White Ridge, 2) Homestead, 3) Sunrise, 4) Lower Jumbo, 5) North Morning Star, 6) Morning Star.

Sample descriptions

Location information, no. of samples analyzed from each location, brief sample descriptions and chemical data for potash feldspar samples examined are given in Table 1 below. Table 2 contains location and sample description information for mica samples examined in this study. Similar information is also included for 16 additional samples of micas from San Diego County that were previously analyzed and are in the literature.

Data from a total of 17 mines (including those from previous literature) are given here.

Analytical methods

Feldspars

Samples of potash feldspars were collected from various zones of the pegmatites. The samples were purified by hand-picking under a binocular microscope and in heavy liquids. Chemical analyses for the alkalies (Na, K, Rb, Cs) were done by L.S. Tauson in the Institute of Geochemistry, Irkutsk. Ba, Sr, Pb and Tl were determined by quantitative atomic emission spectroscopy by S. K. Yaroshenko and N.L. Chumakova, also in the Institute of Geochemistry.

X-ray powder diffraction data were obtained using a DRON-3 diffractometer, with the following operating conditions: 35 Kv, 20 Ma, Ni-filtered Cu Ka radiation, scan speed 0.5o/min., chart speed 1 cm/min.

The sum of Al in T_1 positions($\sum t_1$) was determined with a rapid method using the formula: $\sum t_1 = 7.3280 - 0.7266(\Delta\ 2\theta(204\text{-}060)$. The difference in Al occupancies in T_1o and T_1m (Δt) was calculated as $\Delta t = 0.0144+1.244(\Delta\ 2\theta(131\text{-}131)$. These two equations were derived by Afonina (1995) and were calculated on the basis of study of K-feldspar samples for which structures and cell parameters are well known (Dal Negro *et al.*, 1978, 1980; Griffen and Johnson, 1984; Kroll and Ribbe, 1983, 1987; Afonina, 1995).

Additional parameters, $\Delta t'$ and $\Delta t''$ were also calculated for cases involving one-step and two-step types of ordering respectively (Afonina, 1995): $\Delta t' = 24.629 - 2.710\ (\Delta\ 2\theta(204\text{-}060)$ and $\Delta t'' = 9.521\text{-}1.018\ (\Delta\ 2\theta(204\text{-}060)$ when the Δt value is relatively small, or $\Delta t'' = 37.836 - 4.225\ (\Delta\ 2\theta(204\text{-}060)$, when the Δt value is relatively large.

In samples with $\Delta t < 0.2$, the value of $\Delta t''$ is close to Δt (first step of the two-step ordering type) whereas in samples with $\Delta t > 0.4$, the value of Δt normally is close to $\Delta t'$ (one-step type of ordering). For samples with Δt between 0.2 and 0.4, as a rule, we have $\Delta t'' < \Delta t < \Delta t'$ because of intermediate type of ordering.

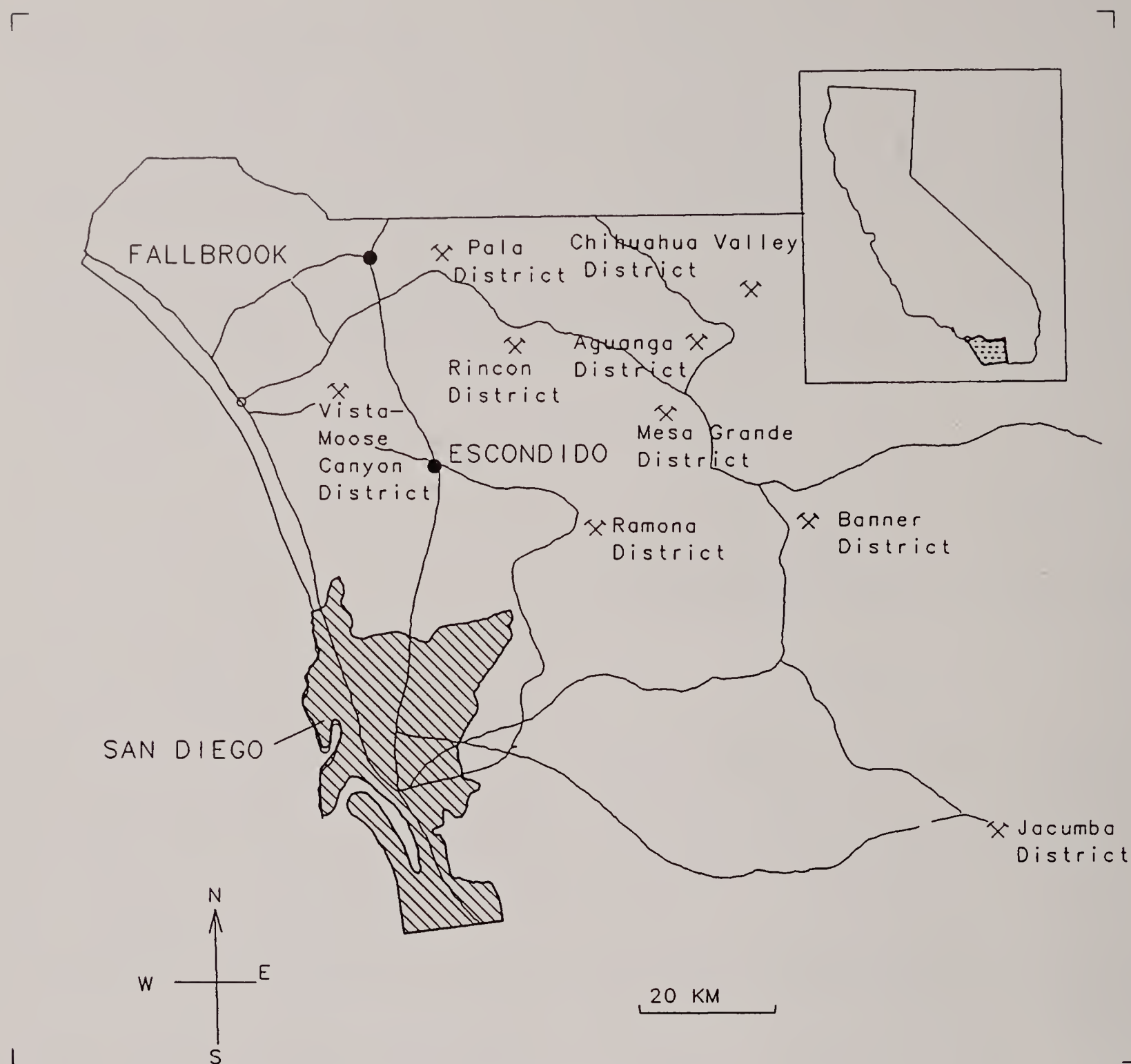



Fig. 3 - Locations of major pegmatite districts in San Diego Co., CA.

For K-feldspar samples with $\Delta t=0$, the value of $\Delta t''$ is greater than 0. As a rule, they have $\sum t_1 >0.72$. As was shown by TEM studies (Bambauer *et al.*, 1989) there is a monoclinic cell in K-feldspar with $\sum t_1 <0.72$. For the other K-feldspars with monoclinic X-ray symmetry, twinning or combination of microcline with twinning structure in potash feldspar is present. This is why determination of Δt for such feldspars will be more correct using $\Delta 2\theta$(204-060) or linear cell parameters, than using $\Delta 2\theta$(131-131).

Micas

Mica samples were prepared by a variety of methods, depending on both sample and grain size and purity. Large 'books' or pieces of pure mica were cut up in a rotary mica cutter and then ground to less than 200 mesh for chemical analysis. Impure, and or fine-grained micas were purified by hand-picking and heavy-liquid separations if necessary. Then they were ground to less than 200 mesh as for the coarser samples.

Chemical analyses for major element oxides were done by V.A. Grigorieva (Inst. of Geochemistry, Irkutsk). Atomic-emission spectrographic analyses for Ba, Sr, Pb, Zn, Sn and Tl were done for a total of 53 micas by S.K. Yaroshenko and A.I. Kuznetsova, also of the Institute of Geochemistry (Irkutsk). A total of 46 mica samples were analyzed by 40 element ICP-AES methods by P.F. Briggs (USGS) using an Na_2O_2-sinter method in carbon crucibles, so that B could be quantitatively determined.

If only total Fe was determined, then a split of FeO and Fe_2O_3 to 0.1 wt. % Fe_2O_3, with the remainder as FeO was made arbitrarilly for the purpose of formula calculations.

Data

Feldspars

Table 1 presents chemical data for 73 K-feldspars from the Harding pegmatite, NM, pegmatites in the White Picacho district, AZ, and San Diego County, CA.

Table 3 presents structural state data for 43 of the K-feldspars.

Table 1 - Contents of K, Na (Wt.%) and selected minor and trace elements (ppm) in potash feldpars from pegmatites in the southwestern USA. Number of samples used in composites shown in parenthesies (e.g. WP-C3 (2)).

Sample, locality	K wt%	Na wt%	K+Na	Li ppm	Rb ppm	Cs ppm	Ba ppm	Sr ppm	Pb ppm	Tl ppm
D-18, Harding	11.7	1.34	13.04	5	7700	870	53	74	130.0	360.0
D-10 Harding	12.0	1.26	13.26	8	7400	2600	75	90	540.0	760.0
H-C1 (2) Harding	11.2	1.76	12.96	17	5910	546	85	77	115.0	335.0
D-19 Harding	11.7	1.63	13.33	6	7620	900	55	100	n.d.	n.d.
D-42, White Picacho	12.7	0.91	13.61	1	9800	1240	180	51	4.6	200.0
WP-C3 (2), White Picacho	11.8	1.27	13.07	2	8580	201	120	73	20.0	200.0
WP-C4 (3), White Picacho	11.9	1.41	13.31	4	6860	282	153	76	18.0	110.0
WP-C1 (2), White Picacho	10.9	1.87	12.77	2	200	60	125	58	35.0	43.0
WP-C2 (2), White Picacho	11.3	1.65	12.95	n.d.	4670	455	162	71	21.0	85.0
D-34, White Picacho	12.5	0.41	12.91	21	4350	239	180	72	30.0	100.0
SM-C3 (5), Stewart	11.0	1.86	12.86	211	3660	106	25	n.d.	2.2	87.0
D-173, Stewart	11.9	1.20	13.10	355	8600	370	23	n.d.	1.0	160.0
SM-C2 (3), Stewart	12.0	1.58	13.58	273	2588	213	27	n.d.	2.0	45.0
D-165, Stewart	11.9	1.69	13.59	272	184	5	4100	120	50.0	n.d.
SM-C1 (2), Stewart	11.3	1.80	13.10	127	1595	121	28	n.d.	2.7	26.0
MG-C3 (2), Himalaya	11.0	1.68	12.68	15	4390	407	37	30	22.0	106.0
MG-C2 (2), Himalaya	11.2	·1.64	12.84	22	3890	411	47	20	23.0	100.0
MG-C1 (4), Himalaya	11.2	1.88	13.08	22	5175	610	24	20	20.0	110.0
D-88, Little Three	9.8	2.90	12.70	13	429	5	100	38	42.0	8.3
LT-C2 (4), Little Three	10.3	2.54	12.84	16	464	26	44	21	50.0	9.0
D-73, Little Three	10.0	2.70	12.70	4	1050	31	40	20	23.0	12.0
LT-C3 (2), Little Three	9.85	2.83	12.68	30	1035	103	25	n.d.	8.9	23.0
D-84, Little Three	11.0	1.90	12.90	13	1280	157	60	26	6.8	30.0
D-94, Little Three	11.9	1.90	13.80	22	2240	2120	39	20	16.0	55.0
D-94A, Little Three	13.1	0.78	13.88	33	1320	157	540	130	64.0	28.0
LT-C1 (4), Little Three	10.6	2.01	12.61	5	288	4.3	178	26	60.0	5.0
LT-C4 (2), Little Three	10.6	2.34	12.94	26	1730	68	39	25	25.0	41.0
D-118, Elizabeth R.	10.9	2.40	13.30	66	650	20	26	n.d.	12.0	12.0
D-117, Elizabeth R.	11.4	1.70	13.10	95	2520	323	27	n.d.	6.1	78.0
ER-C1 (2), Elizabeth R.	10.2	2.55	12.75	127	1330	43	23	n.d.	2.5	28.0
D-132, Elizabeth R.	12.5	1.11	13.61	411	2560	1110	20	n.d.	16.0	58.0
D-119, Elizabeth R.	12.0	1.56	13.56	275	3900	750	76	20	18.0	96.0
D-111, Pala Chief	11.9	1.48	13.38	64	1880	116	22	n.d.	3.5	59.0
PC-C1 (3), Pala Chief	12.1	1.41	13.51	167	1313	174	20	n.d.	5.3	25.0
D-114, Pala Chief	10.9	2.20	13.10	98	1100	75	20	n.d.	2.9	21.0
WQ-C1 (2), White Queen	10.4	2.50	12.90	122	551	14	210	75	24.0	10.0
WQ-C2 (2), White Queen	11.4	1.83	13.23	64	323	5	107	22	22.0	6.9
D-146, White Queen	12.3	1.14	13.44	43	8900	2580	43	95	280.0	290.0
D-153, White Queen	11.3	1.86	13.16	378	2720	95	21	n.d.	1.5	53.0
WQ-C3 (2), White Queen	10.6	2.40	13.00	176	1173	140	35	n.d.	6.0	29.0
D-151, White Queen	10.6	2.20	12.80	220	2000	309	22	n.d.	1.8	48.0

Table 2 - Locations and descriptions for micas from granitic pegmatites in the southwestern USA.

Sample No.	Description
1M	Meyers Quarry, Canon City area, CO; light brown muscovite.
1B	Meyers Quarry, Canon City area, CO; dark brown biotite.
2	Globe pegmatite decline, Petaca Dist., NM; white muscovite in blocky Fs zone.
6	Harding mine, Dixon, NM; light gray zinnwaldite-muscovite intermediate mica from immediately adjacent schist host rock.
8	Harding mine, Dixon, NM; rose-colored, fine, flaky muscovite from an albite-quartz-muscovite assemblage.
10	Harding mine, Dixon, NM; fine, flaky, rose muscovite from spodumene-mica-quartz zone under the quartz co
15	Harding mine, Dixon, NM; rose muscovite containing inclusions of microlite.
17	Harding mine, Dixon, NM; brown zinnwaldite in hangingwall schist
24	White Ridge pegmatite, White Picacho district, AZ; light green muscovite from outer zone of barren pegmatite (non-Li vein).
32	White Ridge pegmatite, White Picacho district, AZ; gray lepidolite from a central cross-section of muscovite-quartz-albite assemblage.
37	White Ridge pegmatite, White Picacho district, AZ; light brown muscovite from a central cross-section of muscovite-quartz-albite assemblage.
38	White Ridge pegmatite, White Picacho district, AZ; yellowish-greenish muscovite from albite-muscovite-quartz assemblage in the central spodumene zone.
50	Homestead quarry, White Picacho district, AZ; silvery-white, tabular, muscovite from a muscovite-albite-quartz assemblage
53	Lower Jumbo pegmatite, White Picacho district, AZ; coarse, flaky gray lepidolite.
64	Little Three mine, Ramona, CA; greenish-white muscovite from the coarse-grained pegmatite zone.
67	Little Three mine, Ramona, CA; gray muscovite from a quartz-muscovite assemblage.
68	Little Three mine, Ramona, CA; silvery-white muscovite from a "pocket wall".
93	Little Three mine, Ramona, CA; white tabular crystal, 5 cm wide, of lepidolite from the hangingwall side of the body.
95	Little Three mine, Ramona, CA; greenish muscovite lining from coarse-grained quartz-K-Fs zone.
98	Little Three mine, Ramona, CA; silvery-white muscovite in quartz-albite association.
105	Pala Chief mine, Pala, CA; white-green muscovite in association with quartz from coarse-grained pegmatite (a vein within a vein).
110	Pala Chief mine, Pala, CA; pale greenish muscovite in association with albite and quartz from coarse-grained pegmatite.
112	Pala Chief mine, Pala, CA; fine-grained, white, muscovite from a quartz-albite-tourmaline-muscovite assemblage.
115	Elizabeth R mine, Pala, CA; white muscovite in quartz.
120	Elizabeth R mine, Pala, CA; fine-grained, white-green muscovite from quartz-muscovite assemblage near a 'pocket'.
125	Elizabeth R mine, Pala, CA; pale-green, fine, flaky muscovite.
146	White Queen mine, Pala, CA; white, fine, flaky muscovite in albite-biotite-muscovite assemblage.
147	White Queen mine, Pala, CA; pale rose, fine, flaky, lepidolite associated with cleavelandite.
152	White Queen mine, Pala, CA; greenish-gray, tabular muscovite.
154	Boulder below the White Queen mine, Pala, CA; rosy lepidolite from a lepidolite-beryl-albite assemblage.
155	Naylor Rock boulder, Pala, CA; coarse, flaky, greenish muscovite from quartz-muscovite assemblage.
158	Stewart mine, East side quarry, Pala, CA; aggregate of fine-grained, rosy cookeite.
162	Stewart mine, East side quarry, Pala, CA; green muscovite associated with albite and green elbaite.
163	Stewart mine, East side quarry, Pala, CA; fine-grained, purple-violet lepidolite with associated rubellite.
164	Stewart mine, medium-grained, flaky, purple lepidolite.
169	Stewart mine, from dump in East Side quarry, Pala, CA; same type of material as no. 163.
170	Stewart mine, from dump in East Side quarry, Pala, CA; bright violet lepidolite with quartz.
179	Stewart mine, "Tourmaline Room", Pala, CA; pale green muscovite associated with quartz.
194	Himalaya mine, Mesa Grande, CA; coarse, flaky, greenish muscovite.
200	Himalaya mine, Mesa Grande, CA; fine, flaky, light violet lepidolite.
205	San Diego mine, Mesa Grande, CA; silvery-white muscovite in albite pegmatite.
211	San Diego mine, Mesa Grande, CA; rose-colored, medium grained lepidolite.
212	San Diego mine, Mesa Grande, CA; lithian muscovite pseudomorph after tourmaline.
214	San Diego mine, Mesa Grande, CA; lithian muscovite.
220a	San Diego mine dump, Mesa Grande, CA; lilac muscovite with quartz.
220b	San Diego mine dump, Mesa Grande, CA; grayish rose lepidolite.
220c	San Diego mine dump, Mesa Grande, CA; colorless muscovite.
STV-2	Katerina mine, Pala, CA; coarse-medium grained, purple lepidolite.
STV-3	Stewart mine, "40 acres", Pala, CA; fine, compact, purple lepidolite.
STV-4	Panama-Pacific Exposition mine, Chihuahua Valley, East of Oak Grove, San Diego Co., CA; medium grained, purple lepidolite.
STV-5	West lens, Stewart mine, Pala, CA; medium grained, pink lepidolite.
STV-6	Stewart mine, Pala, CA; coarse, pale blue, silky or talc-like lepidolite.
STV-8	Himalaya mine, Mesa Grande District, CA; coarse, purple, iron-stained lepidolite.
STV-9	San Diego Mine, Mesa Grande District, CA; coarse, purple lepidolite.
STV-11	Stewart mine, Pala, CA; fine, almost white lepidolite.
STV-12	Stewart mine, Pala, CA; coarse, pale blue lepidolite.
STV-13	Himalaya mine, Mesa Grande District, CA; very coarse, purple lepidolite.
STV-15	Little Three mine, Ramona, CA; terminated, pink lepidolite crystals.
EEF-1	San Diego Tourmaline Mine, Mesa Grande District, CA; purple lepidolite rim on orange spessartine, below the 'pocket zone'.
EEF-2	Hercules-Spessartine workings, Little Three mine, Ramona, CA; very fine grained, light purple, conchoidally fracturing lepidolite.
SCH-1	Himalaya mine, Mesa Grande District, CA; pink muscovite.
SCH-2	Himalaya mine, Mesa Grande District, CA; lepidolite border on muscovite.
STERN-1	New Spaulding Pocket (1976), main Little Three dike, Ramona, CA; coarse, purple, well-terminated crystals of lepidolite.

Micas

Table 2 contains location data, and sample descriptions for the 44 mica samples studied; Table 4 contains major element chemistry for micas, including some from the literature, and Table 5 contains trace and minor element data for the micas. For comparison analyses of lepidalites published earlier (Stevens, 1938) are included.

Discussion of data

Feldspars

Principal observations that may be made from these chemical and structural state data are: (1) the levels of K and Na, as well as trace and minor elements are very different, but are within the limits of studied K-feldspars of other rare-metal and miarolitic cavity type granitic pegmatites (Foord, 1976, 1977; Foord *et al.*, 1979; Horsky and Martin, 1977; Shmakin, 1979; Zagorsky and Kuznetsova, 1990; Zagorsky and Peretyazhko, 1992); (2) lithium contents are very low or essentially absent (<30 ppm) in K-feldspars from the Harding pegmatite, pegmatites of the White Picacho district, as well as the Little Three and Himalaya mines, but feldspars from pegmatites in the Pala district contain from 60 to 400 ppm (this report; Foord *et al.*, 1979). As much as 700 ppm Li is present in K-feldspars from the Ocean View-Elizabeth R pegmatite in the Pala district (E.E. Foord, unpub. data); (3) the contents of Rb and Cs in pegmatites of the White Picacho district, AZ are relatively high, but the contents of Pb and Tl are lower than for feldspars from the Harding mine. This appears to be a local regional phenomenon; (4) the maximum overall concentration levels of Rb, Cs, Pb

Table 3 - X-ray crystallographic results for potash feldspars from pegmatites in New Mexico, Arizona and California.

Location	Sample number	Short description of feldspar position	Δz	$\sum t_1$	Δt	$\Delta t'$	$\Delta t''$
Harding mine, Dixon, NM	D-7	Blocky zone, footwall	0.99	0.987	0.99	0.97	0.93
	D-10	"Spotted" zone, near core of pegmatite	0.96	0.981	0.99	0.99	0.93
	D-18	Same zone, central part of pegmatite	0.96	0.983	0.98	0.96	0.92
	D-19	Blocky zone, hanging-wall	0.96	0.983	0.99	0.96	0.91
	D-21	Albitized K-feldspar	0.90	0.952	0.85	0.84	0.74
White Picacho pegmatite district, AZ	D-26	Block, near quartz core	0.78	0.894	0.48	0.64	0.40
	D-33	Block, in quartz-albite zone	0.96	0.979	0.94	0.94	0.90
	D-42	Block, near Li-minerals, core zone	0.90	0.952	0.88	0.84	0.74
	D-51	Block, unzoned pegmatite	0.96	0.985	0.98	0.98	0.96
	D-56	Albitized K-feldspar, near contact	0.96	0.979	0.91	0.94	0.89
Little Three mine, Ramona, CA	D-61	Graphic pegmatite, near hangingwall	0.89	0.944	~0.6	0.71	0.51
	D-65	Block, graphic peg-matite, near center	0.90	0.952	0.92	0.86	0.76
	D-73	Pegmatitic block in aplite	0.90	0.952	0.88	0.85	0.74
	D-74	Coarse-grained simple pegmatite	0.78	0.887	~0.3	0.61	0.35
	D-86	Graphic zone, Hercules-Spessartine dike	0.90	0.952	~0.8	0.85	0.74
	D-87	Crystal in miarolitic cavity, Hercules-Spess-artine dike	0.74	0.874	0.18	0.55	0.20
	D-94	Crystal in miarolitic cavity	0.76	0.883	~0.3	0.59	0.34
	D-94A	Rim around D-94	0.72	0.861	~0.1	0.48	0.18
	D-100	Graphic pegmatite, distant body	0.86	0.927	0.64	0.76	0.60
	D-101	Block, same	0.88	0.937	0.82	0.79	0.65
Pala Chief mine, Pala, CA	D-104	Block, cross-cutting material	0.88	0.937	0.80	0.79	0.65
	D-107	Coarse-grained matrix	0.92	0.960	0.91	0.88	0.78
	D-114	Graphic pegmatite, another level	0.94	0.970	0.96	0.93	0.87
Elizabeth R mine, Pala, CA	D-117	Block, contact zone	0.92	0.964	0.91	0.89	0.81
	D-118	Graphic pegmatite, same zone	0.92	0.963	0.93	0.91	0.84
	D-130	Graphic pegmatite, central zone	0.90	0.952	n.d.	0.86	0.76
	D-131	Block, same zone	0.88	0.941	0.76	0.81	0.69
	D-132	Crystal in miarolitic cavity	0.68	0.840	0.0	0.42	0.16
White Queen mine, Pala, CA	D-136	Block, lower level of mine	0.81	0.905	0.49	0.67	0.47
	D-137	Graphic pegmatite, same as 136	0.90	0.952	0.75	0.74	0.57
	D-138	Block, upper level of mine	0.88	0.937	0.84	0.81	0.69
	D-146	Central zone, same as 138	0.94	0.974	0.99	0.94	0.90
	D-153	Crystal in miarolitic cavity	0.68	0.847	~0.1	0.46	0.17
Stewart mine, Pala, CA	D-156	Block, central zone	0.82	0.910	~0.4	0.69	0.48
	D-161	Graphic pegmatite, same zone as 156	0.96	0.982	0.96	0.94	0.89
	D-165	Fine graphic pegmatite from peripheral zone	0.89	0.887	0.63	0.61	0.35
	D-168	Block, south end of dike, surface workings	0.92	0.963	0.90	0.89	0.81
	D-173	Block (brown), underground workings	0.74	0.872	0.36	0.55	0.27
	D-183	Block, lepidolite zone	0.94	0.967	~0.8	0.95	0.84
Himalaya dike	D-195	Block, main dike	0.88	0.941	~0.8	0.82	0.69
	D-197	Block, same as 195	0.90	0.952	0.90	0.85	0.74
	D-210	Block, San Diego mine system, Mesa Grande, CA	0.94	0.967	0.89	0.91	0.85
	D-218	Block, same as 210	0.96	0.983	0.87	0.95	0.91

Table 4 - Major element chemistry for pegmatite micas from the southwestern USA.

Sample	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	Total Fe	CaO	MgO	MnO	K2O	Na2O	Li2O	Rb2O	Cs2O	F	H2O	Total	Corr. F	Corr.Tot.
1M	45.52	0.54	32.70	1.07	3.05	4.12	0.03	0.22	0.06	10.29	0.42	0.05	0.06	0.00	0.21	5.12	99.34	0.09	99.25
2	45.44	0.32	32.30	2.44	2.40	4.84	0.03	0.03	0.06	10.29	0.35	0.17	0.11	0.00	2.00	4.36	100.30	0.84	99.46
6	44.91	0.44	28.60	1.95	4.51	6.46	0.08	1.68	0.28	9.75	0.35	1.23	0.66	0.26	2.35	3.35	100.40	0.99	99.41
8	47.13	0.01	35.60	0.10	0.00	0.10	0.10	0.06	0.43	9.87	0.20	0.60	1.00	0.11	0.71	3.79	99.71	0.30	99.41
10	50.04	0.04	32.70	0.10	0.07	0.17	0.10	0.03	0.45	10.96	0.48	0.46	0.93	0.13	0.69	3.31	100.49	0.29	100.20
15	47.46	0.03	35.60	0.10	0.00	0.10	0.03	0.03	0.18	9.69	0.42	0.83	0.82	0.15	0.99	4.01	100.34	0.42	99.92
24	46.34	0.36	35.20	1.07	1.75	2.82	0.03	0.11	0.09	9.81	0.50	0.05	0.33	0.03	0.09	3.24	99.00	0.04	98.96
37	46.84	0.23	37.20	0.10	0.18	0.28	0.20	0.03	0.13	9.39	0.51	0.02	0.54	0.01	0.48	3.89	99.75	0.20	99.55
38	46.27	0.17	37.10	0.10	0.08	0.18	0.03	0.03	0.45	9.51	0.43	0.11	0.73	0.15	0.44	4.60	100.20	0.19	100.01
50	45.46	0.19	37.30	0.10	0.18	0.28	0.10	0.03	0.14	9.87	0.51	0.08	0.62	0.01	0.25	4.79	99.63	0.11	99.52
54	47.31	0.02	35.70	0.10	0.00	0.10	0.07	0.03	0.17	9.63	0.46	0.82	0.78	0.15	1.00	3.81	100.05	0.42	99.63
55	45.26	0.44	28.90	1.85	4.61	6.46	0.05	1.69	0.28	9.51	0.35	1.23	0.65	0.25	2.40	3.60	101.07	1.01	100.06
64	45.11	0.06	37.30	0.49	0.22	0.71	0.05	0.06	0.03	9.99	0.75	0.00	0.18	0.00	0.02	5.05	99.31	0.01	99.30
67	46.02	0.08	36.95	0.10	0.65	0.75	0.05	0.05	0.20	9.39	0.73	0.06	0.18	0.01	0.99	4.62	100.08	0.42	99.66
115	47.13	0.01	35.00	0.01	1.18	1.19	0.06	0.14	0.13	9.21	0.59	0.16	0.14	0.00	0.52	4.84	99.12	0.22	98.90
120	45.57	0.02	35.40	0.63	0.99	1.62	0.03	0.03	0.50	9.63	0.46	0.62	0.48	0.03	1.07	4.45	99.91	0.45	99.46
125	45.46	0.03	36.70	0.63	1.09	1.72	0.03	0.03	0.28	9.27	0.46	0.20	0.37	0.03	0.44	4.69	99.71	0.19	99.52
155	45.07	0.01	35.90	0.64	0.91	1.55	0.05	0.03	0.20	10.05	0.85	0.42	0.27	0.01	1.05	4.46	99.92	0.44	99.48
162	47.04	0.04	34.95	0.42	1.40	1.82	0.03	0.21	0.07	9.27	0.47	0.41	0.18	0.00	1.05	4.45	99.99	0.44	99.55
179	45.46	0.03	35.80	0.72	1.20	1.92	0.03	0.03	0.19	9.87	0.55	0.28	0.37	0.01	0.20	4.57	99.31	0.08	99.23
194	47.04	0.04	36.20	0.10	0.62	0.72	0.05	0.03	0.17	9.87	0.89	0.14	0.31	0.01	1.02	4.20	100.69	0.43	100.26
212	45.98	0.01	35.70	0.58	0.90	1.48	0.05	0.03	0.30	10.35	0.59	0.12	0.31	0.05	0.38	4.48	99.83	0.16	99.67
214	45.20	0.02	36.40	0.58	0.90	1.48	0.05	0.03	0.20	9.87	0.83	0.42	0.28	0.01	1.21	4.04	100.04	0.51	99.53
220	45.89	0.02	37.30	0.07	0.00	0.07	0.05	0.03	0.31	9.63	0.89	0.05	0.50	0.04	0.52	4.61	99.91	0.22	99.69
205	45.66	0.01	37.40	0.10	0.34	0.44	0.05	0.03	0.23	9.75	0.98	0.16	0.41	0.02	1.25	3.85	100.24	0.53	99.71
32	51.75	0.01	26.30	0.10	0.45	0.55	0.05	0.23	0.56	9.75	0.27	3.23	0.83	0.29	4.87	2.28	100.97	2.05	98.92
53	51.23	0.09	26.10	0.10	0.88	0.98	0.03	0.03	1.08	9.87	0.16	3.96	1.01	0.25	5.50	2.13	102.42	2.32	100.10
147	50.88	0.01	28.20	0.10	0.18	0.28	0.05	0.03	0.50	10.23	0.36	3.63	0.97	0.13	4.70	2.04	102.01	1.98	100.03
154	49.37	0.02	28.50	0.10	0.42	0.52	0.05	0.03	0.46	10.84	0.36	3.55	0.79	0.16	4.77	2.21	101.63	2.01	99.62
158	39.81	0.01	44.10	0.10	0.10	0.20	0.05	0.03	0.14	3.25	0.15	2.06	0.14	0.00	0.05	10.37	100.36	0.02	100.34
163	51.79	0.01	26.10	0.10	0.00	0.10	0.03	0.03	0.51	9.63	0.18	4.41	0.93	0.76	5.00	2.14	101.62	2.11	99.51
164	51.38	0.04	26.10	0.10	0.04	0.14	0.05	0.03	0.34	10.23	0.24	4.20	1.29	0.17	6.14	1.60	101.95	2.58	99.37
169	52.40	0.02	25.30	0.07	0.00	0.07	0.03	0.03	0.17	10.35	0.30	4.74	1.09	0.15	6.10	1.44	102.19	2.57	99.62
170	51.24	0.04	25.50	0.03	0.00	0.03	0.05	0.03	0.31	10.35	0.27	5.33	1.08	0.22	6.72	1.19	102.36	2.83	99.53
200	51.75	0.04	24.80	0.10	0.10	0.20	0.05	0.03	0.42	10.35	0.24	5.17	0.88	0.49	7.20	1.41	103.03	3.03	100.00
211	52.84	0.01	23.70	0.03	0.00	0.03	0.05	0.03	0.29	10.35	0.27	5.54	0.95	0.73	6.80	0.93	102.52	2.86	99.66
220B	51.26	0.05	25.70	0.03	0.00	0.03	0.05	0.03	0.33	10.23	0.22	5.38	1.08	0.20	6.60	1.25	102.41	2.78	99.63
220A	46.77	0.02	36.70	0.28	0.18	0.46	0.05	0.03	0.23	9.87	0.24	0.07	0.38	0.02	0.58	4.25	99.67	0.24	99.43
1B	36.80	1.85	19.60	5.41	13.36	18.77	0.13	8.10	0.89	8.31	0.08	0.19	0.09	0.01	0.88	5.00	100.70	0.37	100.33
17	43.01	0.24	22.70	3.10	8.18	11.28	0.07	3.80	0.46	9.27	0.12	2.50	0.59	0.46	4.12	2.18	100.80	1.73	99.07
68	46.86	0.08	36.70	0.10	0.28	0.38	0.05	0.03	0.28	9.87	1.01	0.00	0.27	0.02	1.10	3.20	99.85	0.46	99.39
95	45.89	0.06	36.40	0.07	0.00	0.07	0.05	0.03	0.38	9.75	0.88	0.04	0.22	0.07	0.20	5.00	99.04	0.08	98.96
105	45.34	0.02	36.20	0.03	0.92	0.95	0.05	0.03	0.16	9.81	0.83	0.39	0.21	0.01	0.86	4.64	99.50	0.36	99.14
110	47.41	0.08	34.70	0.80	1.51	2.31	0.05	0.33	0.06	9.87	0.80	0.22	0.06	0.00	0.36	3.95	100.20	0.15	100.05
112	45.94	0.01	35.30	0.79	1.24	2.03	0.05	0.34	0.10	9.99	0.80	0.22	0.09	0.00	0.50	4.71	100.08	0.21	99.87
146	44.66	0.02	35.40	0.91	2.09	3.00	0.05	0.51	0.03	10.23	0.74	0.12	0.04	0.00	0.25	4.71	99.76	0.11	99.65
eef-1	53.50	0.00	21.00	0.20	0.00	0.20	0.10	0.08	3.72	9.68	0.27	4.86	1.08	0.60	6.40	1.30	102.79	2.69	100.10
sch-1	45.63	0.03	37.42	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	9.95	1.43	0.20	ND	ND	0.77	4.43*	99.95	0.32	99.63
sch-2	50.85	0.00	26.78	0.60	0.00	0.60	0.10	0.02	0.07	10.30	1.41	4.27	ND	ND	6.71	1.74*	102.85	2.82	100.03
st-1	54.69	0.03	22.83	0.01	0.11	0.12	0.00	0.00	0.14	9.53	0.57	5.11	1.64	0.17	6.86	1.33	103.02	2.89	100.13
st-2	51.70	0.03	23.97	0.01	0.04	0.05	0.00	0.00	0.17	10.79	0.89	5.33	0.42	0.41	7.76	1.50	103.02	3.27	99.75
st-3	51.25	0.01	23.71	0.01	0.07	0.08	0.03	0.02	0.61	9.90	0.65	5.78	2.00	0.08	8.08	1.24	103.44	3.40	100.04
stern-1	55.62	0.04	18.25	0.00	0.19	0.19	0.01	0.01	2.03	10.79	0.20	5.45	1.57	0.39	8.90	0.30	103.75	3.75	100.00
stv-2	49.50	0.01	28.06	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.54	10.32	1.27	3.51	1.11	0.13	5.98	2.42	102.96	2.52	100.44
stv-3	48.58	0.01	28.93	0.00	0.04	0.04	0.01	0.00	0.92	10.02	0.87	3.70	0.91	0.16	4.93	3.10	102.18	2.08	100.10
stv-4	50.20	0.01	28.18	0.00	0.04	0.04	0.01	0.00	0.28	9.91	0.64	3.81	1.55	0.11	4.97	2.36	102.07	2.09	99.98
stv-5	49.29	0.01	28.40	0.00	0.05	0.05	0.01	0.12	0.65	9.93	0.77	3.96	1.56	0.12	6.52	1.90	103.29	2.74	100.55
stv-6	53.45	0.01	22.15	0.00	0.16	0.16	0.00	0.14	0.52	9.59	0.74	5.04	1.56	0.48	7.22	1.74	102.80	3.04	99.76
stv-11	51.10	0.01	23.98	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.13	10.25	0.63	5.51	1.38	0.48	7.36	2.06	102.91	3.10	99.81
stv-12	52.58	0.01	22.82	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.28	10.11	0.59	5.64	1.04	0.67	7.56	1.65	102.97	3.18	99.79
stv-15	54.40	0.02	17.95	0.00	0.21	0.21	0.01	0.30	2.06	10.28	0.72	6.18	2.00	0.24	9.19	1.39	104.95	3.87	101.08
eef-2	47.90	0.02	29.70	0.02	0.00	0.02	0.00	0.13	2.09	10.70	0.15	2.60	0.14	1.02	3.24	2.87	100.58	1.36	99.22

Table 5 - Selected trace-element composition of pegmatite micas from the southwestern USA. ND, Not determined.

Sample	B	Ba	Be	Cu	Ga	Li	Nb	Ni	Sc	Sn	Sr	V	Zn	Pb	Tl
53	350	43	15	<4	130	20000	160	19	12	190	78	<8	240	2	220
147	290	5	25	4	84	18000	110	<7	<7	<20	<7	<7	260	<1	160
154	330	<6	26	<6	93	18000	110	<10	<10	<30	<10	<10	630	<1	100
163	170	9	15	10	60	24000	320	<10	<10	<30	<10	<10	180	1	310
164	250	<4	19	4	95	24000	130	<7	<7	66	7	<7	11	<1	180
169	310	<5	20	<5	120	24000	120	<10	<10	80	<10	<10	<10	<1	210
170	320	<4	18	6	87	27000	160	<7	<7	52	9	<7	34	<1	180
200	290	320	18	5	96	26000	190	<8	<8	200	<8	<8	29	2.5	160
211	290	<5	18	<5	120	27000	120	<10	<10	190	<10	<10	<10	1.4	160
220C	310	<4	17	<4	87	26000	150	<7	<7	48	7	<7	33	1.7	48
220B	1100	<3	23	4	250	280	66	15	<7	700	<7	<7	37	<1	150
17	28	270	16	5	36	14000	29	44	37	<20	52	190	240	12	260
68	580	4	20	<3	300	380	100	<7	<7	540	<7	<7	240	1	50
95	620	7	25	<4	400	200	72	7	<7	740	<7	<7	230	1.6	28
105	220	<5	13	<5	160	1500	150	21	<9	190	<9	<9	350	1	9
110	70	34	4	<3	100	1100	66	15	19	<10	<5	<5	120	<1	<2
112	110	<5	10	21	120	1200	99	<10	<10	32	10	<10	160	1.1	7.4
146	50	48	<5	<5	97	620	52	<10	20	<20	<10	<10	110	2.9	7.7
64	250	7	8	4	280	41	160	40	<8	290	<8	12	16	3.9	21
93	210	<5	71	<5	120	32000	20	<10	<10	32	<10	<10	260	1.8	80
98	570	6	16	4	300	230	110	9	<7	620	<7	<7	170	1.5	20
152	310	<4	20	4	170	1100	160	25	<9	120	<9	<9	820	1.9	51
1M	26	170	6	9	80	280	140	8	110	42	20	27	47	4.6	2.9
2B	20	110	19	5	200	880	300	<8	<8	43	11	<8	950	19	27
6K	59	260	15	10	83	5900	73	31	25	<20	54	150	260	16	210
8	170	20	130	30	190	3200	55	<10	<10	<30	48	15	320	14	280
10	140	7	21	3	160	2400	210	<5	<5	<10	55	22	320	30	310
15	210	7	21	4	93	4300	48	<7	<7	<20	47	<7	75	11	320
24	130	40	20	<20	210	270	260	<40	<40	110	<40	<40	320	3.5	53
37	640	20	20	<10	320	470	120	30	80	550	30	<20	40	3.8	76
38	1500	10	14	<4	340	860	33	<8	<8	260	46	<8	51	10	150
50	670	10	23	<6	350	390	120	17	49	580	30	<10	83	1	110
54	210	7	22	<4	95	4000	58	<8	<8	<20	44	<8	77	ND	ND
55	64	260	15	<6	82	5400	93	32	24	<30	50	150	250	2.5	58
67	320	5	10	<4	270	330	170	20	<8	400	<8	<8	130	1.8	26
115	140	<5	9	<5	140	830	140	<10	<10	59	12	<10	240	1.1	33
120	280	11	20	<9	210	3100	170	<20	<20	110	<20	<20	730	1.9	110
125	210	<7	21	<7	220	900	150	<10	<10	83	15	<10	820	2.4	64
155	560	<8	17	<8	180	1900	190	<20	<20	250	<20	<20	530	<1	35
162	130	<10	<10	<10	160	2200	170	<20	<20	<50	23	<20	120	1.1	25
179	240	<6	13	<6	180	1400	210	720	<10	160	13	<10	480	1.3	70
194	410	<5	13	<5	250	700	150	25	46	1100	<10	<10	150	2	29
205	590	<6	17	<6	280	760	120	<10	22	940	<10	<10	170	2	49
212	470	7	12	<5	240	630	44	<9	<9	520	<9	<9	220	6.3	39
214	260	<6	19	<6	180	1900	180	<10	<10	230	<10	<10	530	<1	31
220A	690	<6	19	<6	270	350	120	11	<10	940	<10	<10	140	2.6	70

and Tl are in K-feldspars from the Harding mine rare-metal pegmatite, NM.; (5) the lowest contents of all examined elements for miarolitic-cavity-bearing pegmatites are in K-feldspars from the Little Three mine, Ramona, CA and the Pala Chief mine, Pala, CA; (6) moderate levels and minimal variations of the studied elements and relatively high Rb contents are found in K-feldspars from the Himalaya dike system; (7) medium levels of Rb, Cs and Tl, but very low Pb levels are present in K-feldspars from the Stewart mine; (8) wide variations in Rb and Cs contents are present in K-feldspars from the Elizabeth R mine and for Pb and Tl from the White Queen mine; (9) in the majority of cases, the later generations of K-feldspar contain more Rb, Cs and Tl than earlier ones; productive dikes have higher levels of these elements than non-productive ones; (10) the geochemical data for Sr are not sufficient (many values are less than 20 ppm) to permit satisfactory interpretation; (11) as a rule, K-feldspars contain more Ba than Sr; only the K-feldspars from the Harding mine contain more Sr than Ba (3 of four samples); (12) higher levels of Ba are present in late-stage overgrowths (rims) on two substrate-overgrowth pairs; (13) the maximum contents of Ba and Sr are present in early-stage K-feldspar from fine-grained, graphic pegmatite from the Stewart mine, and the Cs content is minimal (sample no. 165). Li and Rb show a bimodal

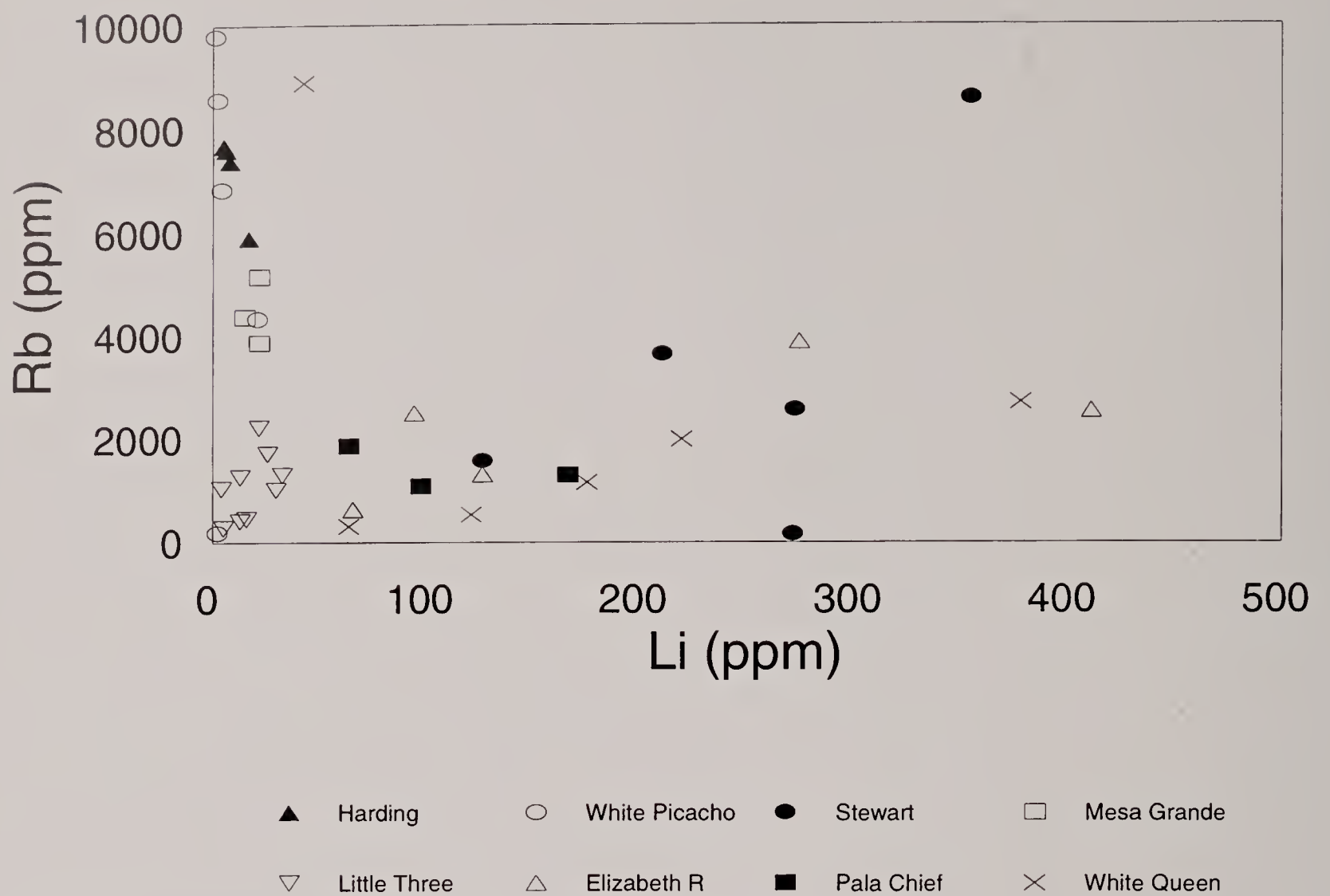



Fig. 4 - Li vs. Rb distribution for feldspars.

distribution (Fig. 4): 1) a positive correlation between the two elements, and 2) for one group an enrichment in Rb but not in Li. Samples from the Pala district are high in Li and are from pegmatites that contain spodumene. Samples from the White Picacho, Harding (has spodumene), Little Three and Mesa Grande are low in Li. Rb vs. K+Na (Fig. 5) and Rb vs. K also show a binary distribution: 1) a low positive slope and 2) high positive slope. Cs is concentrated in higher total alkali containing feldspar. In general, Cs increases along with Rb. The Cs/Rb ratio approaches 1 in feldspars from miarolitic cavities. Single samples from the Harding, White Queen and Little Three mines contain >0.2 wt. % Cs.

A steep trend for Rb vs. Na+K is shown by samples from the Harding, White Picacho, and Mesa Grande pegmatites, and a shallower, nearly flat, trend is shown for samples from the Pala Chief, Elizabeth R, White Queen and Little Three mines. Samples from the Stewart mine lie on both trend lines.

All 43 studied K-feldspar samples are microclines or orthoclase with Δ_z not less than 0.68. Microcline from the Harding pegmatite, Pala Chief mine, and Himalaya mine have Δ_z greater than 0.88 and $\sum t_1$ greater than 0.94. No sample studied has a value of $\sum t_1$ less than 0.84, which is usually indicative of no monoclinic feldspars being present. However, based on studies by Foord *et al.* (1979 and 1989), some orthoclase is present in miarolitic cavities from the Himalaya mine, the Little Three mine, the White Queen mine and the Elizabeth R mine. There are ten samples with Δt values less than 0.5 and three samples have Δt values between 0.60 and 0.64. These samples have lowered values of Δz, from 0.68 to 0.81 in the first group (ten samples) and 0.86 to 0.89 in the second one (three samples). All five samples of K-feldspar from miarolitic cavities have Δt values between 0.0 and 0.3, and $\Delta t''$ values between 0.16 and 0.34. In the translucent overgrowth (rim) on sample D-94, the values for all measured indexes are lower than in the central portion of the crystal. Other samples with lowered values of Δ_z and Δt are from coarse-grained and blocky feldspar crystals near quartz cores (D-26, D-74, D-136, D-156 and D-173) or from graphic structures (D-61, D-100 and D-165). Two of them, contain extremely high contents of Rb (D-173) or Ba (D-165), which can influence the process of structural ordering (Afonina, *et al.*, 1978). Based on additional structural state determinations of K-feldspars from San Diego County (Foord *et al.*, 1979, 1989), the crystallization history of K-feldspar may be summarized as such: two factors contribute to efficient ordering of the K-feldspar: 1) availability of an aqueous fluid and 2) slow rate of cooling. Down to about 350°C and perhaps lower, the miarolitic cavity area is dominated by a fluid phase, and the rate of heat loss probably was slower there than near the contacts of the dikes. As long as there is efficient interchange between the monoclinic K-feldspar and the fluid, ordering will continue. The result is well-or-

Pegmatite Feldspars, SW USA

Rb (ppm)

K+Na (Wt. %)

Harding White Picacho Stewart Mesa Grande
Little Three Elizabeth R Pala Chief White Queen

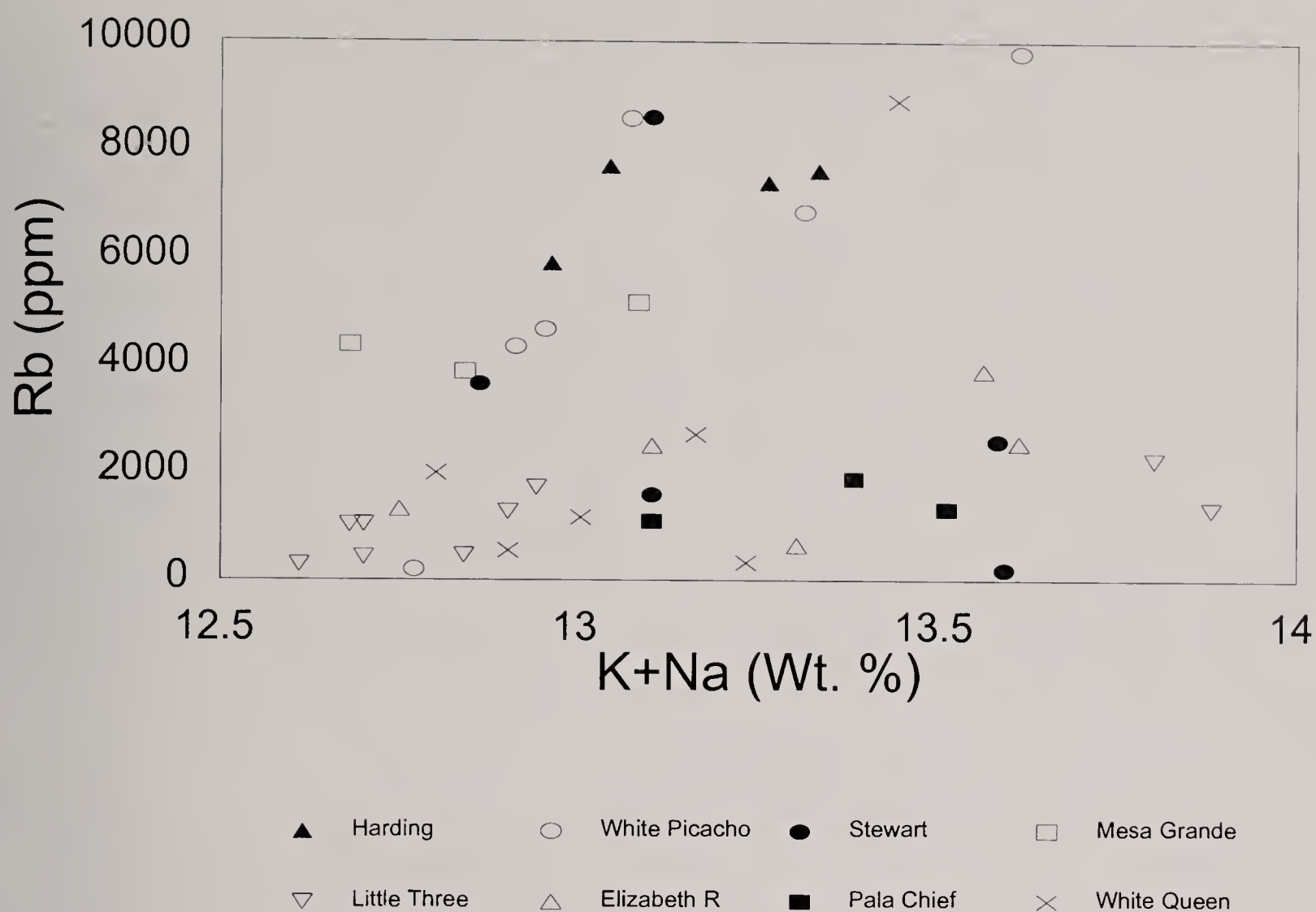



Fig. 5 - Rb vs. Na+K distribution for feldspars.

dered orthoclase. As the temperature falls below about 400°C in a pegmatite body, the monoclinic K-feldspar should transform to triclinic K-feldspar (i.e. microcline). The partly ordered orthoclase near the contacts inverts readily, and appears today as well-ordered microcline. Closer to the 'pocket zone', where the orthoclase had become better ordered, the inversion was less efficient in the time available, probably because of impurity elements and because the difference in free energy between the (metastable) better-ordered orthoclase and the microcline was smaller than between the more poorly ordered orthoclase and microcline near the contacts. As a result, intermediate microcline is found. Finally in the pockets themselves, the difference in free energy between very well-ordered orthoclase and microcline was so small that the inversion did not occur in some cases. Some pockets contain substrates and overgrowths of well-ordered microcline, presumably as a result of relatively quick cooling through the stability field of orthoclase, and others in which both are "stuck" metastably in the well-ordered orthoclase state. Alternatively, this could be a result of crystallization at low temperatures and/or possible irradiation effects (Shmakin and Afonina, 1967). There are also Ba- and Rb-containing feldspars which are "stuck" metastably in the orthoclase state. Sudden evacuation of the fluid medium from the pocket environment after formation of the overgrowth could also prevent nucleation of the low-temperature polymorph.

Micas

Figure 6 is a summary (R_1-R_2-R_3 plot) of the mica compositions encountered. It is interesting to observe the presence of brown zinnwaldite (protolithionite according to the classification of Lapides *et al.*, 1977) and a light gray, intermediate zinnwaldite-muscovite (Li-phengite-muscovite according to Lapides *et al.*, 1977) in the Vadito Formation (quartzite, schist and amphibolite), immediately adjacent to the Harding pegmatite. Such micas are typical for exocontacts of pegmatites, where two isomorphous series were established: biotite—protolithionite—zinnwaldite (alkaline stage) and zinnwaldite or protolithionite—Li-phengite-miscovite (with increasing degree of acidity, see Zagorsky and Makrygin, 1976; Kuznetsova and Zagorsky, 1984). The same micas are typical of rare metal granites as well (Koval *et al.*, 1972; Lapides *et al.*, 1977). The presence of an Li-enriched zone immediately adjacent to the pegmatite has been previously recognized (Jahns and Ewing, 1976, 1977). The presence of holmquistite (Li-bearing amphibole) (London, 1986) and bityite, (an Li-bearing sheet silicate) are other minerals indicative of Li-migration out of the Harding pegmatite. No lepidolite was analyzed in this study from the Harding mine, even though the "rose muscovite" (Heinrich and Levinson, 1953), for which the Harding mine is famous, 'looks' like lepidolite. Jahns and Ewing (1976) have summarized the variations in appearance and compositions of the principal micas occurring in the Main Quarry

of the Harding mine. Lepidolite is most abundant in the "spotted rock" zone and other interior zones. Much rose muscovite replaces spodumene but is also present in a cleavelandite-rose muscovite zone. Much of the muscovite may be purple or lilac in color and is difficult to distinguish from true lepidolite except by analytical or optical methods. Based on similar chemistry to the above analyzed zinnwaldites (protolithionite, Li-phengite-muscovite), two zinnwaldites were partially-analyzed by Post and Austin (1993), though one was called 'biotite'. The Globe and other pegmatites in the Petaca district are minimally evolved, and contain Fe-bearing muscovite. Similar results for total iron were obtained by Post and Austin (1993). The determined partial chemistry of the micas from 26 mica samples from 16 mines in the Petaca District was remarkably uniform (Post and Austin, 1993). All 36 muscovites studied by Post and Austin (1993) from various pegmatite districts in northern New Mexico were of the $2M_1$ polytype. The pegmatites in the Petaca district are minimally evolved and are of the rare metal-muscovite class. Two lepidolites from the White Picacho district are low Li-lepidolites. The lepidolites from pegmatites in San Diego Co., range from several low-Li lepidolites (147, 154, EEF-2, STV-2, STV-3, STV-4, STV-5), with the remainder spread out from ideal trilithionite to higher and lower Li-contents (Fig. 6).

The trace element data indicate that muscovite may be enriched in Sn more than four times that of lepidolite and more than 10 times that of biotite and zinnwaldite (Fig. 7). Sn content is highest (to 1100 ppm) in Himalaya mine muscovite and in some cases may be due to minute inclusions of cassiterite. Sn is distinctly lower in lepidolites from this mine, reflecting prior extraction of Sn by cassiterite and muscovite. Samples of muscovite from the Harding mine have the lowest Sn content of all of the studied micas, indicative of the high degree of fractionation of that pegmatite. Zn contents are high in biotite and some muscovites and lepidolites. This is a function of the geochemical individualities of the host pegmatite(s). More than 1000 ppm Zn is present in biotite from the Meyers Quarry as well as in the muscovite from the Globe mine. Zn contents in micas from the White Picacho pegmatites are also elevated. Tl is elevated in lepidolite relative to most, but by no means all muscovites. Tl and Rb show a linear positive trend reflecting the association of Rb and Tl (Fig. 8). For higher concentrations (e.g. Harding and Stewart

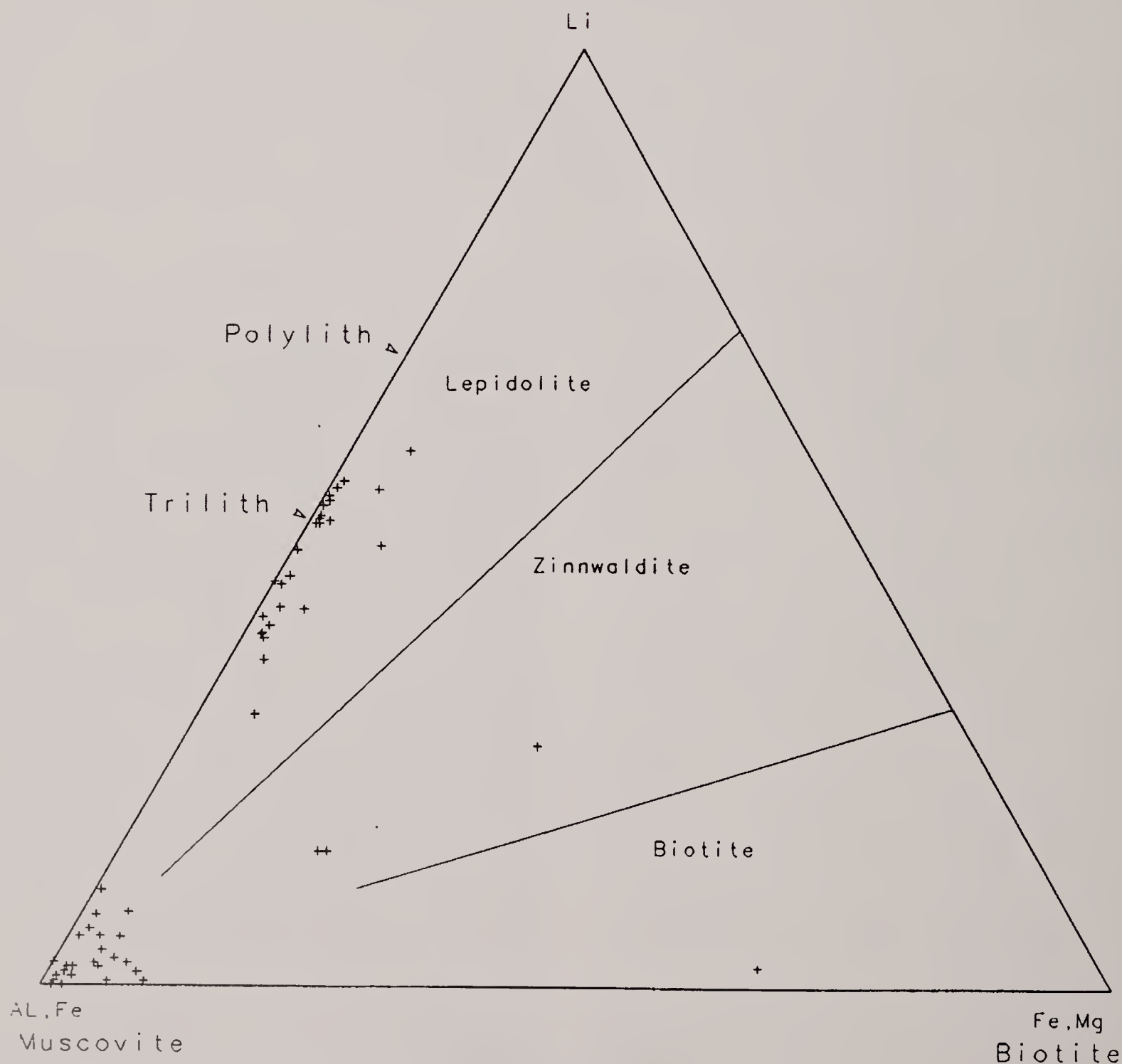



Fig. 6 - Ternary diagram (Li-Al+Fe^{3+}-Fe^{2+}+Mg) showing all mica compositions determined.

Pegmatite Micas, SW USA

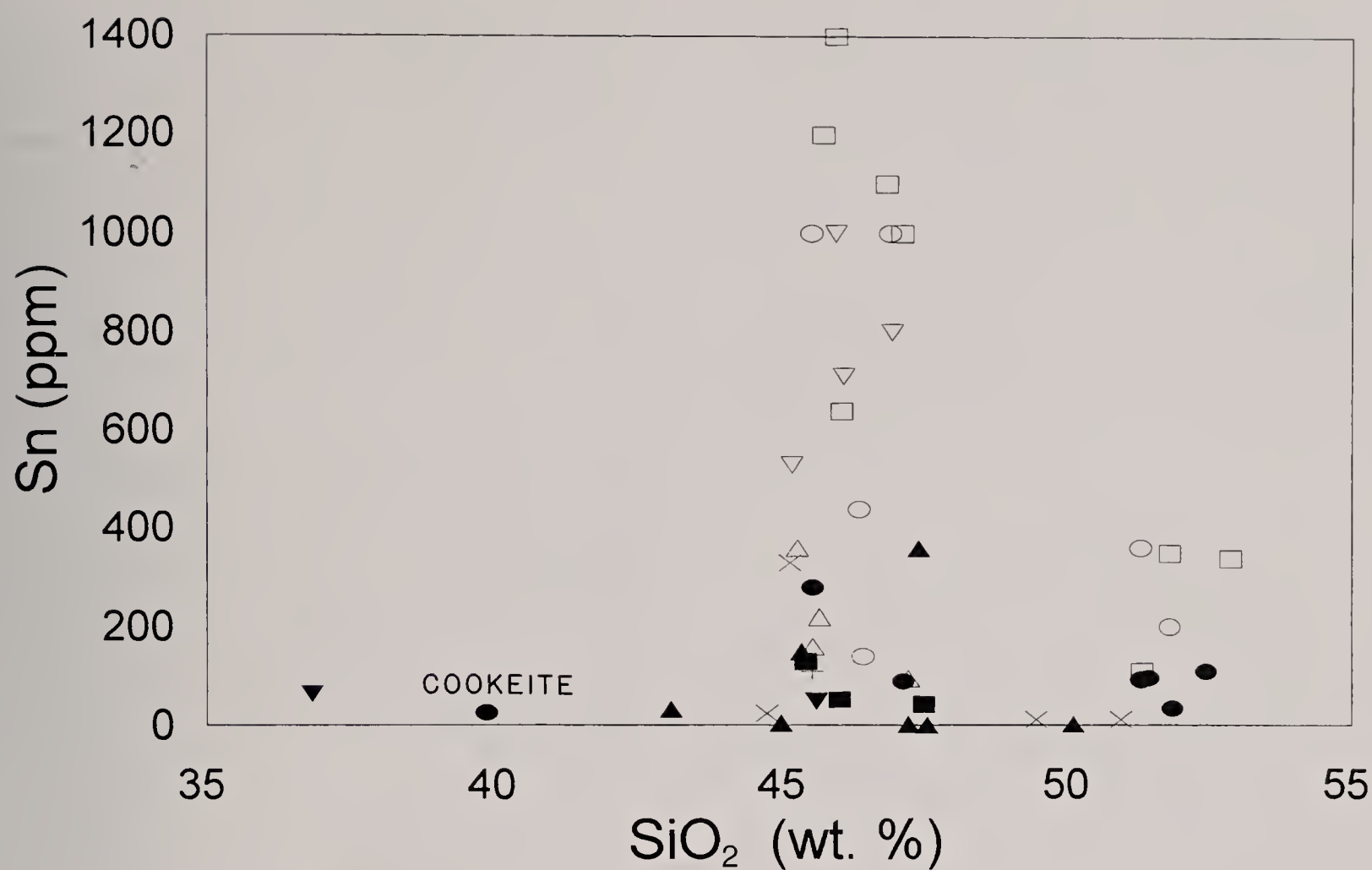



Fig. 7 - Sn vs. SiO_2 distribution in micas.

Pegmatite Micas, SW USA

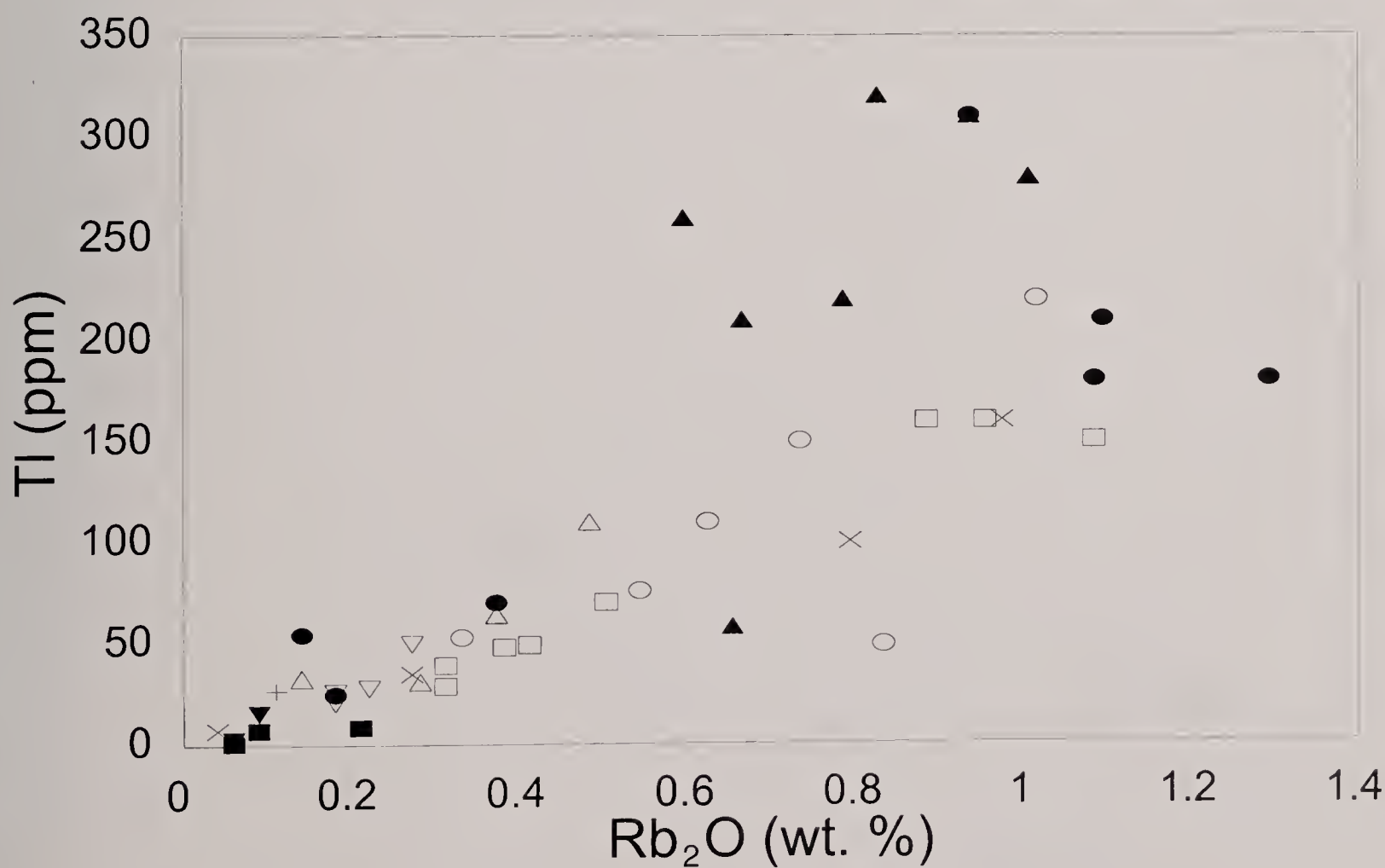



Fig. 8 - Tl vs. Rb_2O distribution in micas.

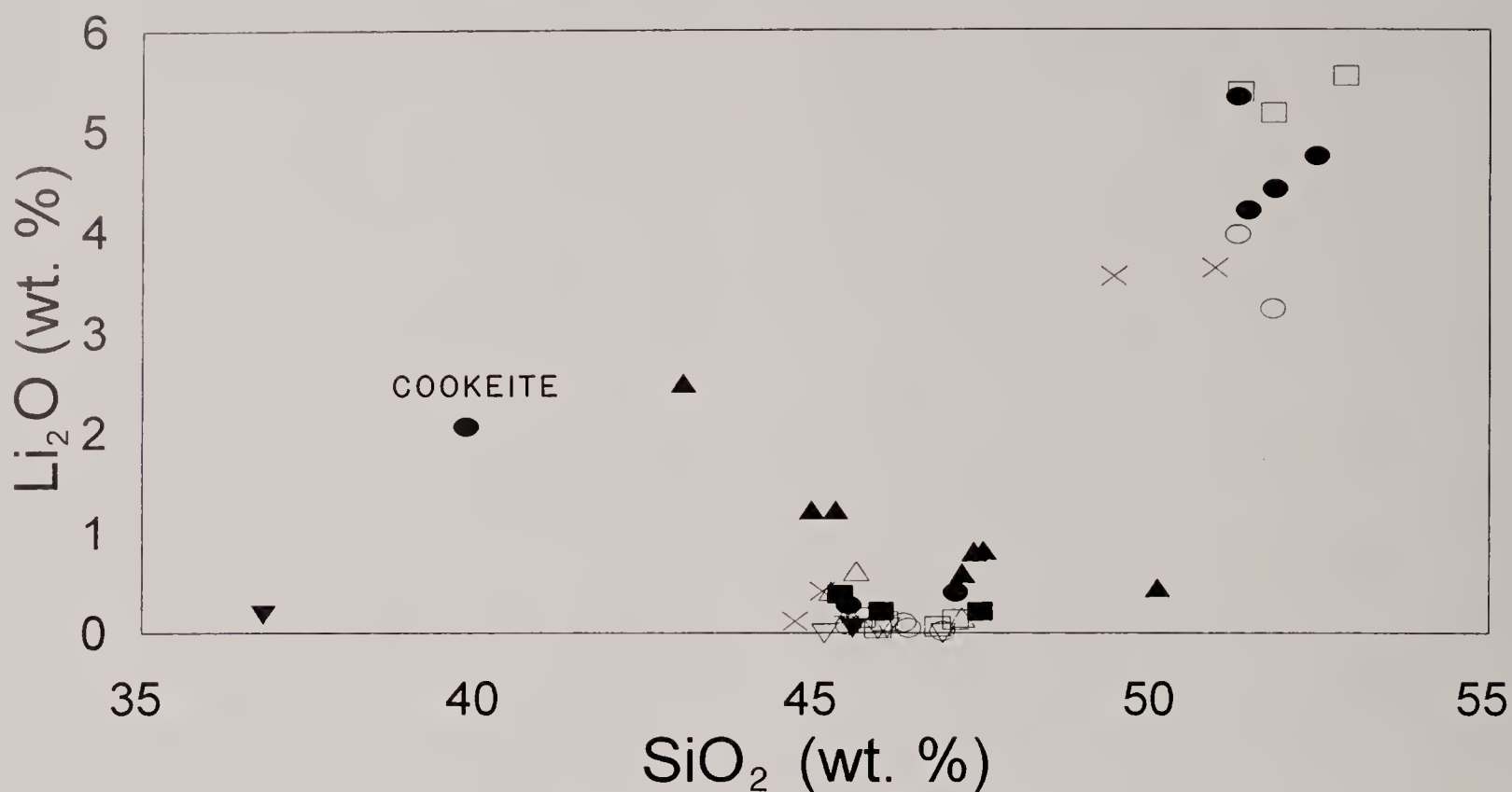



Fig. 9 - Li_2O vs. SiO_2 distribution in micas.

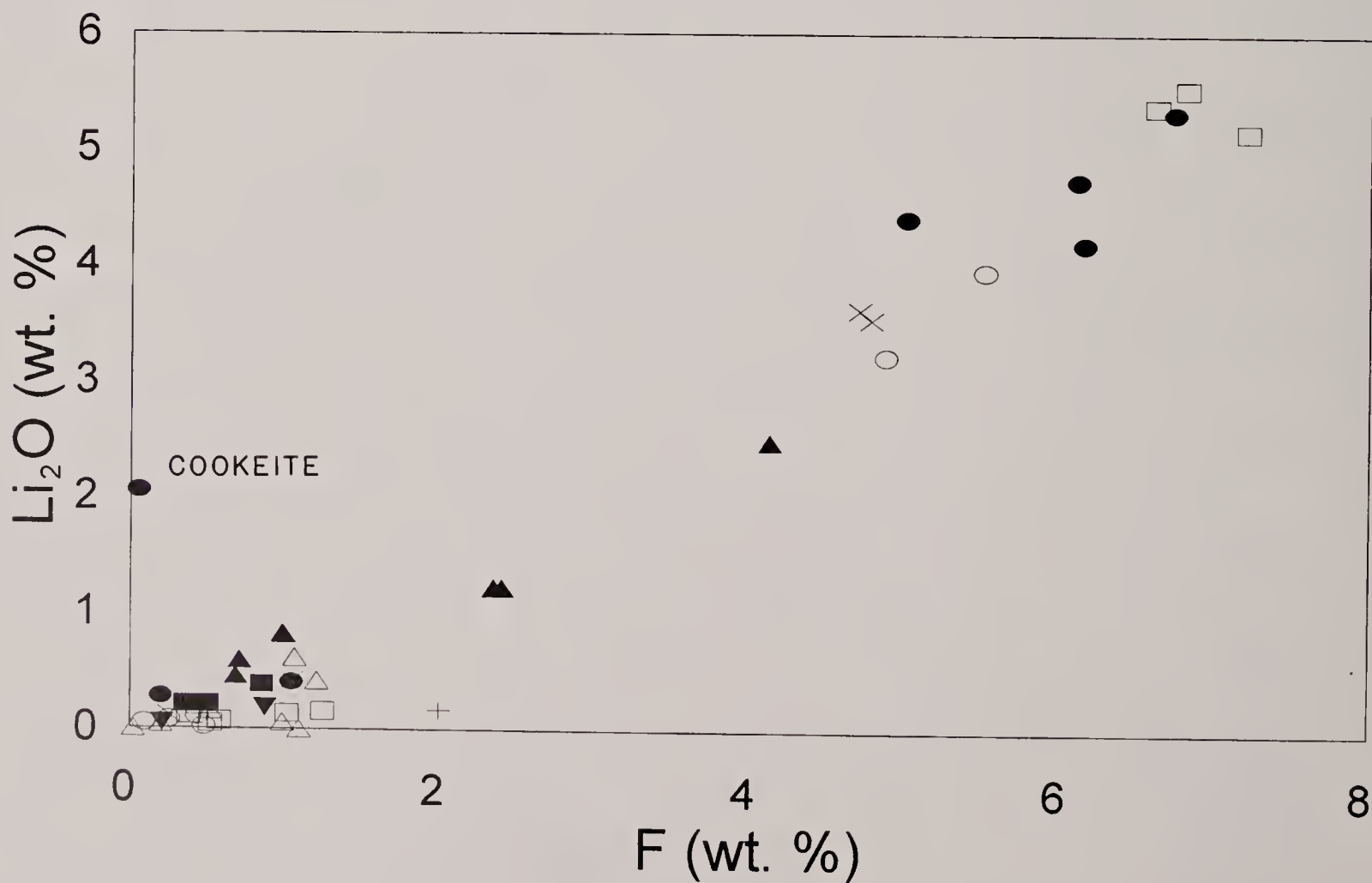



Fig. 10- Li_2O vs. F distribution in micas.

mines), this correlation is not so obvious. Ga is low (about 100 ppm) in lepidolite relative to muscovite (100 to 400 ppm). Nb contents vary from low to high for both muscovites and lepidolites. B is low (about 300 ppm) in lepidolite (except for one sample, EEF-2, from the Little Three mine) but may be 600 ppm or more in some muscovites. The Little Three mine is anomalous in its behavior of B, as evidenced by B-containing lepidolite and the presence of the new mineral boromuscovite (Foord *et al.*, 1991). Two samples of muscovite contain significant B contents: Himalaya mine 220B (1100 ppm B) and White Picacho 38 (1500 ppm B). One sample (EEF-2) of pale purple, fine-grained, low-Li lepidolite from a frozen pocket in the main dike on the Little Three mine contained 0.35 wt. % B_2O_3.

A close clustering of muscovites and a somewhat less dense clustering of lepidolites is shown on an Li_2O vs. SiO_2 plot (Fig. 9). Micas from the Harding mine show a negative rather than positive trend for Li_2O vs. SiO_2. F vs. SiO_2 is very similar to Li_2O vs. SiO2. A linear positive trend is shown by Li_2O vs. F (Fig. 10), reflecting the mica evolution with time. H_2O and F show a strong negative correlation reflecting the coupled substitution of the two (Fig. 11). All of these plots show the distinction between the species of micas analyzed.

Conclusions

This study of additional K-feldspars and micas from previously studied granitic pegmatites in the southwestern USA, has confirmed observations and conclusions published previously. Expected elemental fractionation trends are present in both K-feldspars and micas. The greater the degree of pegmatite evolution, the higher the content of Li, Rb, Cs, and Tl in both feldspars and micas, along with F and Li in micas. The confirmation of two types (colors) of zinnwaldite has been established from the Harding mine. A significantly greater number of complete mica analyses now exists for all of these pegmatites. The amount of B present in the pegmatitic micas was of particular interest, but only three samples were found to have >1100 ppm B.

Structural state studies of K-feldspars show the existence of orthoclase rims and crystals in cavities (Pala, CA) with Δt values of 0.0-0.3 and Δt" values of 0.16-0.34. Rim feldspar is enriched in Ba and Sr along with Pb but depleted in Rb, Cs, and Tl in comparison with core feldspar.

Acknowledgments

The authors thank V. A. Grigoryeva of the Vinogradov Institute of Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia for her careful analyses of 43 mica samples. We also thank Galina G. Afonina (now deceased) for X-ray determination of the structural states of the feldspars examined. We thank the following mine owners in San Diego Co., CA for access to their mines for sampling purposes: Blue Sheppard (Stewart mine); L.B. Spaulding, Jr. (Little Three mine); Roland R. Reed (Ocean View-Elizabeth R mines), Robert Dawson (White Queen mine), and William F. Larson and John McLean (Himalaya mine). Reviews of this manuscript were provided by W. B. Simmons, Jr. and Peter J. Modreski.

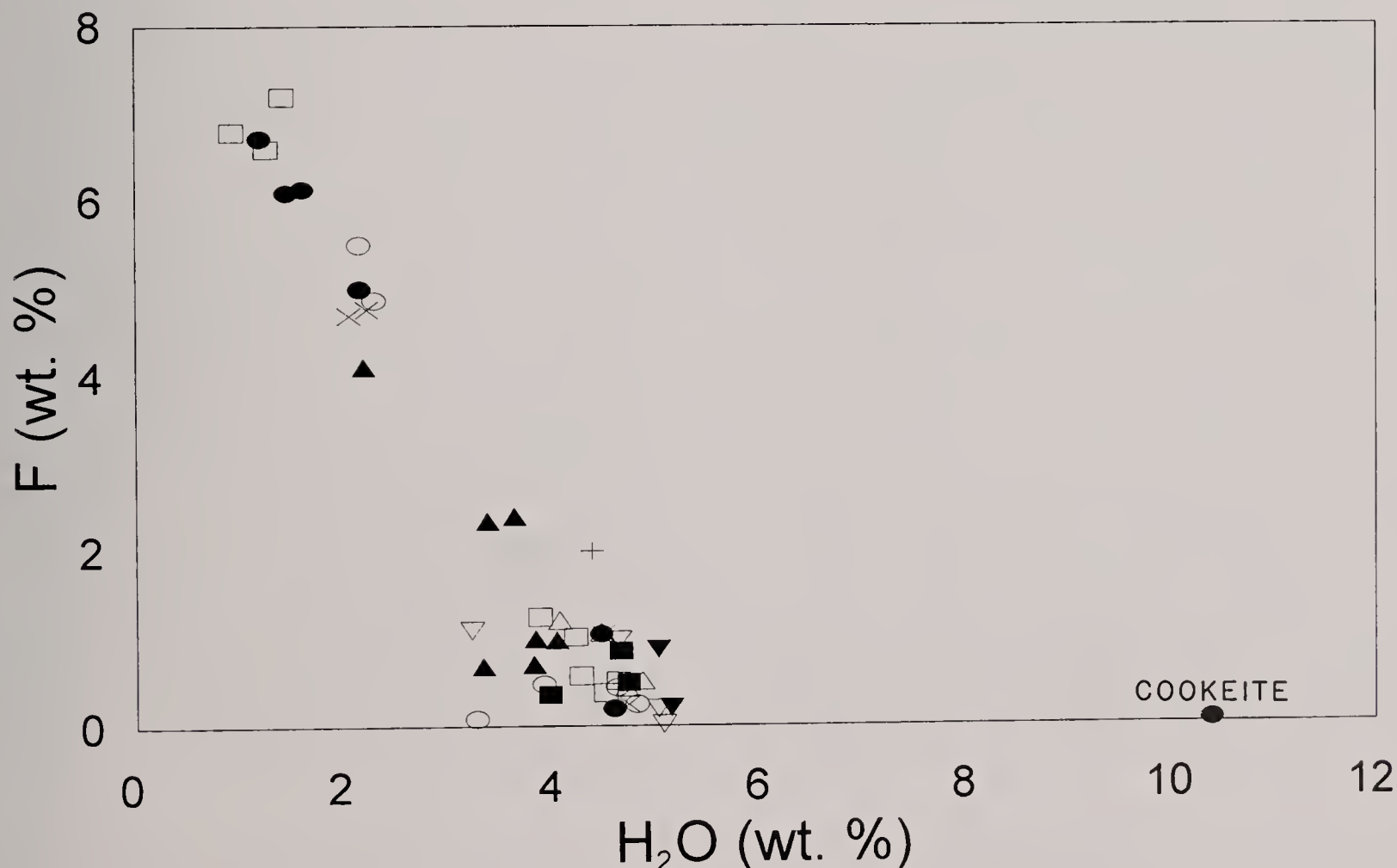



Fig. 11- H_2O vs. F distribution in micas.

References

Afonina G.G., 1995 - Determination of Al-Si ordering trend and quantities of Al in tetrahedral positions of potash feldspars using a powder X-ray method. *Zapiski Vseross. Mineral. Obshchestva*, 124 (3): 65-79. (In Russian)

Afonina G.G., Makagon V.M. and Shmakin B.M., 1978 - Barium- and rubidium-containing potassium feldspars. *Nauka Publishing House*, Novosibirsk, 111 p. (in Russian)

Bambauer H.U., Krause C. and Kroll H., 1989 - TEM-investigation of the sanidine/microcline transition across metamorphic zones: the K-feldspar varieties. *European Journal of Mineralogy*, 6: 47-58.

Brookins D.G., Chakoumakos B.C., Cook C.W., Ewing R.C., Landis G.P. and Register M.R., 1979 - The Harding Pegmatite. Summary of recent research. 30th Field Conference, *New Mexico Geol. Soc. Guidebook*: 127-133.

Černý P., 1991 - Rare-element granitic pegmatites. Part I: anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18 (2): 49-67.

Chakoumakos B.C. and Lumpkin G.R., 1990 - Pressure-temperature constraints on the crystallization of the Harding pegmatite, Taos County, New Mexico. *Canadian Mineralogist*, 28: 287-298.

Dal Negro A., De Pieri R., Quareni S. and Taylor W.H., 1978 - The crystal structures of nine K-feldspars from the Adamello massif (northern Italy). *Acta Crystallographica*, B34: 2699-2707.

Dal Negro A., De Pieri R. and Quareni S., 1980 - The crystal structures of nine K-feldspars from the Adamello massif (northern Italy). *Acta Crystallographica*, B36: 3211.

Foord E.E., 1976 - Mineralogy and petrogenesis of layered pegmatite-aplite dikes in the Mesa Grande district, San Diego County, California. *Ph.D. thesis Stanford University*, Stanford, CA. 326 pp.

Foord E.E., 1977 - Famous Mineral Localities. The Himalaya dike system, Mesa Grande district, San Diego, California. *Mineralogical Record*, 8: 461-474.

Foord E.E., Martin R.F. and Long P.E., 1979 - Potassic feldspars from pocket pegmatites, San Diego County, California. *Geological Society of America Annual Meeting*, Abstracts with programs, 11 (7) 427p.

Foord E.E., Starkey H.C. and Taggart J.E. Jr., 1986 - Mineralogy and paragenesis of 'pocket clays' and associated minerals in complex granitic pegmatites, San Diego County, California. *American Mineralogist*, 71: 428-439.

Foord E.E., Spaulding L.B., Mason R.A. and Martin R.F., 1989 - Mineralogy andparagenesis of the Little Three mine pegmatites, Ramona district, San Diego County, California. *Mineralogical Record*, 20: 101-127.

Foord E.E., London David, Kampf A.R., Shigley J.E. and Snee L.W., 1991 - Gem-bearing pegmatites of San Diego County, California. In: Walawender M.J. and Hanan B.B. eds., Geological Excursions in Southern California and Mexico. Guidebook for the 1991 Annual Meeting, *Geological Society of America*, San Diego, California, October 21-24: 128-146.

Foord E.E., Martin R.F., Fitzpatrick J.J., Taggart J.E. Jr. and Crock J.G., 1991 - Boromuscovite, a new member of the mica group, from the Little Three mine pegmatite, Ramona district, San Diego County, California. *American Mineralogist*, 76: 1998-2002.

Griffen D.T. and Johnson B.T., 1984 - Strain in triclinic alkali feldspars. A crystal structure study. *American Mineralogist*, 69: 1072-1077.

Heinrich E.Wm. and Levinson A.A., 1953 - Studies in the mica group; mineralogy of the rose muscovites. *American Mineralogist*, 38: 25-49.

Horsky S.J. and Martin R.F., 1977 - The anomalous ion-exchange behavior of "ordered" orthoclase. *American Mineralogist*, 62: 1191-1199.

Jahns R.H., 1952 - Pegmatite deposits of the White Picacho District, Maricopa and Yavapai Counties, Arizona. *Arizona Bureau of Mines Bulletin*, 162, 105 pp.

Jahns R.H., 1979 - Gem-bearing pegmatites in San Diego County, California. The Stewart Mine, Pala district and the Himalaya mine, Mesa Grande district. In: Abbott P.L. and Todd V.R. eds., Mesozoic Crystalline Rocks: San Diego, California. *San Diego State University, Dept. of Geological Sciences*: 3-38.

Jahns R.H. and Ewing R.C., 1976 - The Harding mine, Taos County, New Mexico. *New Mexico Geological Society Guidebook*, 27th Field Conference, Vermejo Park: 263-276.

Jahns R.H. and Ewing R.C., 1977 - The Harding Mine, Taos County, New Mexico. *Mineralogical Record*, 2: 115-126.

Jahns R.H. and Wright L.A., 1951 - Gem- and lithium-bearing pegmatites of the Pala district, San Diego County, California. *California Division of Mines and Geology*, Special Report 7-A.

Koval P.V., Kovalenko V.I., Kuzmin M.I., Pisarskaya V.A. and Yurchenko S.A., 1972 - Mineral parageneses, composition, and nomenclature of micas from rare-metal albite-bearing granitoids. *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 202 (5): 1174-1177.

Kroll H. and Ribbe P.H., 1983 - Lattice parameters, composition and Al-Si ordering in alkali feldspars. In: P.H. Ribbe ed., Feldspar mineralogy. *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 2: 57-99.

Kroll H. and Ribbe P.H., 1987 - Determining (Al-Si) distribution and strain in alkali feldspars using lattice parameters and diffraction peak positions. A review. *American Mineralogist*, 72: 491-506.

Kuznetsova L.G. and Zagorsky V.Ye., 1984 - Micas from metasomatites of rare-metal field of spodumene pegmatites. *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 275 (1): 151-155 (in Russian).

Lagache M., 1984 - The exchange equilibrium distribution of alkali and alkaline earth elements between feldspars and hydrothermal solutions. In: Brown W. ed. Feldspars and Feldspathoids. *Reidel*, Boston: 247-279.

Lapides I.L., Kovalenko V.I. and Koval P.V., 1977 - Micas of rare-metal granitoids. *Nauka Publishing House*, Novosibirsk, 104 pp. (In Russian).

London D.A., 1979 - Occurrence and alteration of lithium minerals, White Picacho pegmatites, Arizona. *M.S. thesis, Arizona State Univ.*, Tempe, AZ.

London D.A., 1986 - Holmquistite as a guide to pegmatitic rare metal deposits. *Economic Geology*, 81: 704-712.

London D.A. and Burt D.M., 1978 - Lithium pegmatites of the White Picacho District, Maricopa and Yavapai Counties, Arizona. In: Burt D.M. and Pewe T.L. editors. Guidebook to the geology of central Arizona. *Arizona Bureau of Geology and Mineral Technology, Special Paper* 2: 61-72.

London D.A. and Burt D.M., 1982 - Alteration of spodumene, montebrasite, and lithiophilite in pegmatites of the White Picacho District, Arizona. *American Mineralogist*, 67: 97-113.

Post J.L. and Austin G.S., 1993 - Geochemistry of micas from Precambrian rocks of northern New Mexico. Circular 202, *New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources*, 20 pp.

Sebastian A. and Lagache M., 1990 - Experimental study of the equilibration between pollucite, albite, and hydrothermal fluid in pegmatitic systems. *Mineralogical Magazine*, 54: 447-454.

Shigley J.E. and Brown G.E., 1985 - Occurrence and alteration of phosphate minerals at the Stewart pegmatite, Pala district, San Diego County, California. *American Mineralogist*, 70: 395-408.

Shmakin B.M., 1979 - Composition and structural state of K-feldspars from some U.S. pegmatites. *American Mineralogist*, 64: 49-56.

Shmakin B.M. and Afonina G.G., 1967 - X-ray determination of triclinicity in potash feldspars for the solution of rock genesis problems. *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 173 (2): 417-420. (In Russian)

Stern L.A., Brown G.E. Jr., Bird D.K., Jahns R.H., Foord E.E., Shigley J.E. and Spaulding L.B. Jr., 1986 - Mineralogy and evolution of the Little Three pegmatite-aplite layered intrusive, Ramona, California. *American Mineralogist*, 71: 406-427.

Stevens R.L., 1938. New analyses of lepidalites and their interpretation. *American Mineralogist*, 23: 607-628.

Taylor B.E., Foord E.E. and Friedrichsen H., 1979 - Stable isotope and fluid-inclusion studies of gem-bearing granitic pegmatite-aplite dikes, San Diego County, California. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 68: 187-205.

Zagorsky V.Ye. and Makrygin A.I., 1976 - Evolution of mica composition at the exocontacts of tantalum-bearing pegmatites. *Geokhimiya*, 9: 1362-1369. (In Russian)

Zagorsky V.Ye. and Kuznetsova L.G., 1990 - Geochemistry of spodumene pegmatites and alkali-rare metal metasomatites. *Nauka Publishing House*, Novosibirsk, 141 p. (In Russian)

Zagorsky V.Ye. and Peretyazhko I.S., 1992 - Gem-bearing pegmatites of Central Transbaikalia. *Nauka Publishing House*, Novosibirsk, 224 p. (in Russian)

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale, Milano
Vol. XXX, pp. 73-109, 2000

Crystal structures of alkali feldspars from granitic pegmatites: A review

Achille Blasi* and Carla De Pol Blasi*

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi, Via Botticelli 23, 20133-Milano, Italy

Abstract - Granitic pegmatites represent a unique natural laboratory that is extremely efficient in the synthesis of alkali feldspars of different structural states. The crystal structure determinations available to date for alkali feldspars from granitic pegmatites were obtained from 29 different specimens, of which 22 are K-rich feldspars, 6 are Na-rich feldspars, and 1 is a crypto-perthitic intergrowth of K- and Na-rich feldspar. The structure determinations of 26 specimens were carried out by single-crystal X-ray diffraction methods; 1 specimen of "ordered orthoclase" and 2 specimens of low albite were investigated by single-crystal neutron diffraction. In view of their importance, the crystal structures of some specimens were refined using different sets of intensity data from the same specimen or re-refined subsequently. Some structure determinations have become obsolete but remain of historical value. The vast majority of crystal structures were determined using natural specimens at room temperature: natural K-rich feldspars include specimens of low microcline (*Pellotsalo*, 2 specimens; *Prilep*, 2 specimens; *Pikes Peak*, 3 specimens; *Khibiny*), intermediate microcline (*Spencer U*; *Adamello P17C*), "ordered orthoclase" (*Himalaya*, investigated by neutron diffraction), orthoclase (*Khibiny*; *Spencer C*; *Itrongay*, 2 specimens), and sanidine (*Rabb Canyon*; *Buck Claim*, 4 specimens); natural Na-rich feldspars include specimens of low albite (*Ramona*; *Amelia*, 2 specimens, one of them investigated by neutron diffraction) and high albite (*Rabb Canyon*, the same cryptoperthitic specimen as that used for determining the crystal structure of the coexisting sanidine). Some specimens were thermally treated and quenched to room temperature: quenched specimens were then used in structure refinements at room temperature (high sanidine produced by pre-heating of either orthoclase, *Itrongay*, a third specimen, *Spencer C*, or low microcline, *Bedford*; high albite produced from pre-heating of low albite, *Amelia*, a third specimen) or at high temperatures (monalbite produced from pre-heated low albite, *Amelia*, a fourth specimen). Some natural specimens were used in structure determinations at low temperatures (low microcline at 163 K, *Prilep*, the same specimen as one of the two specimens investigated at room temperature; orthoclase at 121 K, *Itrongay*, the same specimen as that investigated at room temperature; low albite at 93 K, *Ramona*, the same specimen as that investigated at room temperature; low albite at 13 K, *Amelia*, a fifth specimen, investigated by neutron diffraction). Appropriate Tables are presented in the Appendix; these contain information on geological occurrence of the specimen as well as compositional and crystallographic data. A review is presented for each specimen as regards metric and structural properties as well as composition and degree of lattice strain due to coherency between exsolved phases. Aspects of particular interest are emphasized and indicated as subjects for future work. Reference values for Al-O and Si-O distances have been proposed for low microcline and low albite on the basis of the data available to date, including those from non-pegmatitic alkali feldspars.

Riassunto - Le pegmatiti granitiche rappresentano un laboratorio naturale unico, che è estremamente efficiente nel sintetizzare feldspati alcalini aventi stati strutturali differenti. Le determinazioni di struttura cristallina attualmente disponibili per feldspati alcalini provenienti da pegmatiti granitiche furono ottenute da 29 differenti campioni, dei quali 22 sono feldspati ricchi di K, 6 sono feldspati ricchi di Na, e 1 è una intercrescita criptopertitica di feldspato ricco di K e di feldspato ricco di Na. Le determinazioni di struttura di 26 campioni furono effettuate mediante metodi diffrattometrici a raggi X su cristallo singolo; 1 campione di "ortoclasio ordinato" e 2 campioni di albite bassa furono studiati mediante diffrazione neutronica su cristallo singolo. Data la loro importanza, le strutture cristalline di alcuni campioni furono raffinate usando serie diverse di dati di intensità raccolti per lo stesso campione, oppure furono ri-raffinate in tempi successivi. Alcune determinazioni di struttura sono diventate obsolete ma conservano un valore storico. In larga maggioranza le strutture cristalline furono determinate a temperatura ambiente usando campioni naturali: i feldspati naturali ricchi di K includono campioni di microclino basso (*Pellotsalo*, 2 campioni; *Prilep*, 2 campioni; *Pikes Peak*, 3 campioni; *Khibiny*), di microclino intermedio (*Spencer U*; *Adamello P17C*), di "ortoclasio ordinato" (*Himalaya*, studiato mediante diffrazione neutronica), di ortoclasio (*Khibiny*; *Spencer C*; *Itrongay*, 2 campioni) e di sanidino (*Rabb Canyon*; *Buck Claim*, 4 campioni); i feldspati naturali ricchi di Na includono campioni di albite bassa (*Ramona*; *Amelia*, 2 campioni, uno dei quali studiato mediante diffrazione neutronica) e di albite alta (*Rabb Canyon*, lo stesso campione criptopertitico usato per determinare la struttura cristallina del sanidino coesistente). Alcuni campioni furono trattati termicamente e "quenched" a temperatura ambiente: i cam-pioni "quenched" furono poi usati per raffinamenti di struttura a temperatura ambiente (sanidino alto prodotto mediante pre-riscaldamento sia di ortoclasio, *Itrongay*, un terzo campione, *Spencer C*, sia di microclino basso, *Bedford*; albite alta prodotta me-diante pre-riscaldamento di albite bassa, *Amelia*, un terzo campione) o ad alte temperature (monalbite prodotta mediante pre-riscaldamento di albite bassa, *Amelia*, un quarto campione). Alcuni campioni naturali furono usati in determinazioni di struttura a basse temperature (microclino basso a 163 K, *Prilep*, lo stesso campione di uno dei due campioni studiati a temperatura ambiente; ortoclasio a 121 K, *Itrongay*, lo stesso campione studiato a temperatura ambiente; albite bassa a 93 K, *Ramona*, lo stesso campione studiato a temperatura ambiente; albite bassa a 13 K, *Amelia*, un quinto campione, studiato mediante diffrazione neutronica). Nella Appendice vengono presentate appropriate Tabelle le quali contengono informazioni sulla provenienza geologica dei campioni insieme con i loro dati composizionali e cristallografici. Ogni campione è oggetto di "review" per quanto riguarda proprietà metriche e strutturali, come pure composizione e grado di "strain" reticolare dovuto a coerenza tra fasi essolte. Aspetti di particolare interesse vengono evidenziati e indicati come argomenti per lavori futuri. Valori di riferimento per le distanze Al-O e Si-O vengono proposti per microclino basso e albite bassa sulla base dei dati disponibili finora, i quali includono anche i dati di feldspati alcalini non pegmatitici.

Key words: alkali feldspar, crystal structure, Al-O distance, Si-O distance, granitic pegmatite.

* E-mail address: umimin@icil64.cilea.it

Introduction

Granitic pegmatites represent geological environments of particular significance for alkali feldspar mineralogy. The large amount of data available in the literature on metric properties determined by routine X-ray powder diffraction methods shows that alkali feldspars from pegmatites exhibit a variety of structural states. This means that granitic pegmatites can be regarded as a unique natural laboratory that is extremely efficient in synthesizing different alkali feldspars.

The efficiency of the pegmatite lab in producing a variety of feldspar structures is largely due to the action of aqueous fluids. Their abundance influences the subsolidus history of alkali feldspars in promoting exsolution and Si,Al ordering, the latter proceeding often to completion. A sudden decrease in P(fluid) can be followed by rapid nucleation and growth of highly disordered feldspar material. In other circumstances, an explosive release of the fluid medium from pocket systems may occur, with consequent interruption of exsolution and Si,Al ordering processes. As a result, granitic pegmatites may contain essentially fully ordered alkali feldspars inverted from originally monoclinic precursors, as well as structurally intermediate and essentially fully disordered K-rich feldspars.

Circulation of aqueous fluids at low temperatures in open systems can produce crystals of highly ordered K-rich feldspar, that have developed directly within the field of stability of microcline. Otherwise, low-temperature hydrothermal processes can produce late generations of K-rich feldspars showing a range of structural states. Rare examples of quenched pegmatites contain sanidine and high albite in cryptoperthitic intergrowth.

Attention will be focused on all the environmental situations that were recorded by pegmatitic alkali feldspars used in structure determinations. Metric and structural properties, along with composition and degree of lattice strain due to coherency between exsolved phases, enable the fine details of the nature of alkali feldspar to be properly explored.

To accomplish this thoroughly, a number of pegmatitic alkali feldspars were thermally treated and then quenched in laboratory experiments: the crystal structure of these specimens was determined either at room temperature or at high temperatures. Otherwise, the crystal structures of unheated specimens were investigated at low temperatures.

We will present a review of all these specimens, including pioneering investigations that were of particular significance to settle problems and to contribute to the development of modern aspects of alkali feldspar mineralogy.

Methods

The estimate of the structural state from metric properties was obtained by means of the Δ method, which is based on the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$, normalized between 0.5 and 1.0, and $\Delta(\alpha\gamma)$ and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$, normalized between 0.0 and 1.0 (see Blasi & De Pol Blasi, 1994). The values of the structural indicators were calculated with the procedure of Blasi (1977) and the reference values suggested by Blasi & De Pol Blasi (1994, p. 68) for the lattice constants of the alkali feldspar end-members. These reference values include the data proposed by Stewart & Wright (1974) for high sanidine and high albite, those proposed by Kroll & Ribbe (1987) for high albite (analbite), and those obtained from the average of the direct lattice constants proposed by Smith (1974a), Stewart & Wright (1974), and Kroll & Ribbe (1987) for low microcline. The new data for low microcline are: a = 8.5931, b = 12.9643, c = 7.2221 Å, α = 90.636, β = 115.948, γ = 87.668°, V = 722.84 Å^3, a^* = 0.129522, b^* = 0.077201, c^* = 0.153991 Å^{-1}, α^* = 90.428, β^* = 64.056, γ^* = 92.284°, V^* = 0.0013834 Å^{-3}; the lattice constants for the other end-members are reported in Table 5 of Blasi & De Pol Blasi (1994). The resulting values of the structural indicators $\Delta(bc)$, $\Delta(b^*c^*)$, $\Delta(\alpha\gamma)$, and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ may be slightly different from the corresponding data calculated by earlier authors using a different set of lattice constants for the alkali feldspar end-members: e.g., the difference $\Delta(bc) - \Delta(b^*c^*)$, which was – 0.049 in Blasi *et al.* (1984b) for the Pellotsalo microcline (see also the relevant section in this work), becomes –0.047, as can be seen from the data in Table A1-a.

Compositions in terms of N_{Or} contents were calculated from V and a with the equations of Kroll *et al.* (1986) and Hovis (1986) listed in Table 1 of Blasi & De Pol Blasi (1994). The equation number referred to a given N_{Or} value in the present work, as is the case of "N_{Or} from V: 0.964 (eq. 8)" or "$N_{Or}(V$: eq. 8) = 0.964", corresponds to the equation number in Table 1 of Blasi & De Pol Blasi (1994).

The evaluation of the degree of lattice strain due to coherency between exsolved K- and Na-rich phases was obtained from the difference $N_{Or}(a)$ - $N_{Or}(V)$ (Blasi & De Pol Blasi, 1980, 1994; Blasi *et al.*, 1984b, 1987a) and the strain index $\Delta a = a(\text{obs}) - a(\text{est})$ (Stewart & Wright, 1974), where a(est) is obtained from a contoured bc plot. Other determinative methods which are summarized in Blasi & De Pol Blasi (1994), can also be used.

For the sake of uniformity, the values of mean T-O distances, <T-O>, were recalculated with 4 decimals from individual T-O distances. The σ values in $\langle T\text{-O}\rangle$ distances were calculated from the Law of Propagation of Errors (see Blasi, 1977) using standard errors of individual T-O distances and assuming that (a) individual T-O distances can be considered as uncorrelated, and (b) co-variance terms can be neglected.

The values of the Al contents of the T sites were calculated with the procedure of Blasi & De Pol Blasi (1994, eqs. 18 and 19) using individual T-O distances as starting data and the new reference values for Al-O and Si-O suggested in this work (see the relevant section). Thus, equations (18) and (19) of Blasi & De Pol Blasi (1994) become:

$$t_i = 0.25(\langle T_i\text{-O}\rangle - 1.614/(\langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle - 1.614) \quad (1)$$

$$t_i = 0.25 + 0.75(\langle T_i\text{-O}\rangle - \langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle)/(1.738 - \langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle) \quad (2)$$

for K-rich feldspars, and:

$$t_i = 0.25(\langle T_i\text{-O}\rangle - 1.613/(\langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle - 1.613) \quad (3)$$

$$t_i = 0.25 + 0.75(\langle T_i\text{-O}\rangle - \langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle)/(1.742 - \langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle) \quad (4)$$

for Na-rich feldspars. In these equations, ⟨⟨T-O⟩⟩ denotes the grand mean T-O distance, which is obtained from the average of the 16 individual T-O distances in the 4 tetrahedra $T1o$, $T1m$, $T2o$, and $T2m$. Equations (1) and (2), or (3) and (4), are to be used with ⟨T_i-O⟩ distances shorter and longer than ⟨⟨T-O⟩⟩, respectively. The relevant values of σ were calculated from the Law of Propagation of Errors (see Blasi, 1977) using standard errors of individual T-O distances, adopting the same assumptions (a) and (b) as those employed for calculating σ values in ⟨T-O⟩ distances, and assuming that Al-O and Si-O distances are constants.

Tables A1 and A2 of the Appendix present information on specimen description and geological occurrence, crystal dimensions, lattice constants, structural indicators $\Delta(bc)$, $\Delta(b^*c^*)$, $\Delta(\alpha\gamma)$, and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$, composition in terms of N_{Or} contents calculated from V and a, discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement, <T-O> distances and Al contents of T sites for K- and Na-rich feldspars, respectively, from granitic pegmatites. In each feldspar group the sequence of specimens is presented in decreasing Si,Al order, and, under the same degree of Si,Al order, in chronological order of publication of the papers concerned (the oldest first). The information assembled includes data regarding: (*i*) room-temperature crystal structures of natural specimens, (*ii*) room-temperature crystal structures of pre-heated specimens, (*iii*) high-temperature crystal structures of pre-heated specimens, (*iv*) low-temperature crystal structures of natural specimens. Items (*i*), (*ii*), and (*iv*) are covered in both Tables A1 and A2; item (*iii*) is covered in Table A2. The organization and contents of the text follow the presentation of data given in Tables A1 and A2.

Most of the sets of reciprocal lattice constants were recalculated during this study: in such cases the relevant s values were not given. The values of N_{Or} contents obtained from V and a are meaningless for crystal structures determined at low or high temperatures. However, these values were given in Tables A1 and A2 for purposes of comparison with the corresponding data obtained at room temperature.

In spite of the considerations on the swinging-arm effect in the section on the reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars, the Al contents of the T sites in K- and Na-rich feldspars used in structure determinations at non-ambient temperatures were presented in Tables A1 and A2 for the sake of comparison with the corresponding data obtained at room temperature.

Room-temperature crystal structures of natural K-rich feldspars

Pellotsalo low microcline. The Pellotsalo microcline is a feldspar known in the mineralogical literature since the end of the last century (see Blasi *et al.*, 1987a, for historical notes). B.E. Brown & Bailey (1964) attributed its geological provenance to a granitic body on the island of Pellotsalo, Lake Ladoga, Russia. By contrast, Blasi *et al.* (1987a) documented that the Pellotsalo microcline comes from a granitic pegmatite. Among the references mentioned for this purpose by Blasi *et al.* (1987a), see especially Eskola (1951, pp. 39-40). The original sampling was made before the region changed from Finnish to Russian control (see B.E. Brown & Bailey, 1964; also Eskola, 1951): that is the reason why the sample locality is frequently described in mineralogical literature as being from Finland.

The crystal structure determined by B.E. Brown & Bailey (1964) represented for more than twenty years the best reference point for the structural state of low microcline. Blasi *et al.* (1984b) analyzed in detail the structure determined by B.E. Brown & Bailey (1964) in the context of a study concerning the crystal structures of two crystal fragments from the Pikes Peak low microcline. To accomplish their analysis, Blasi *et al.* (1984b) prepared a total of 81 diagrams by plotting data points of individual interatomic distances and angles *versus* the ⟨$T1o$-O⟩ distance for all the specimens of K-rich feldspar available at that time. The structure of the Pellotsalo microcline, in spite of its venerable age and its R value of 0.104, showed data points in good alignment with those for triclinic K-rich feldspars (except the Pontiskalk microcline of Finney & Bailey, 1964: an authigenic specimen whose structure was poorly refined because of the low number of $|Fo|$ data used in the refinement). Apparently, the Pellotsalo specimen on the basis of its ⟨T-O⟩ distances and the Al contents calculated therefrom (see Table A1-a and Fig. 1) could be considered a hyper-ordered microcline. By contrast, its metric properties (see Table A1-a) as well as the optic axial angle and the extinction angle on (001) ($2V_X = 82.5°$ and $X'\Lambda a = 17°$: B.E. Brown & Bailey, 1964) are consistent with the structural state of a normal low microcline. In addition, Blasi *et al.* (1984b) noted in the Pellotsalo specimen a discrepancy of $\Delta(bc) - \Delta(b^*c^*) = -0.049$. This value (-0.047 from the data in Table A1-a: see the section on methods) is particularly high when compared with that of other specimens of low microcline, in the light of the findings of Blasi (1980) on the behavior of $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ in alkali feldspar.

All these problems could be solved when a re-examination of the Pellotsalo microcline became available by Blasi *et al.* (1987a), who investigated a specimen kindly supplied by S.W. Bailey. The specimen comes from the same crystal as that employed by B.E. Brown & Bailey (1964) to isolate the fragment that they used in structure refinement. Single-crystal photographs showed that the fragment chosen by Blasi *et al.* (1987a) for their structure refinement consists of a dominant K-rich phase and a very minor Na-rich phase. The K-rich phase shows sharp spots, some of which are accompanied by short streaks lying on curves of constant θ.

The Pellotsalo specimen is coarsely perthitic: this made it possible to perform microprobe analyses of both the K- and the Na-rich phase, which gave the compositions $Or_{93.62}Ab_{6.10}An_{0.05}Cn_{0.02}Rbf_{0.21}$ and $Or_{1.05}\ Ab_{98.07}An_{0.88}$ mol%, respectively. The microprobe composition of the K-rich phase is slightly less potassic than that obtained from V [N_{Or}(V: eq. 3) 0.956, N_{Or}(V: eq. 8) 0.958: Table A1-a], probably because the volume excited by the electron beam contains small amounts of an exsolved Na-rich phase (see Stewart & Wright, 1974; Blasi *et al.*, 1984a, 1984b, 1987a; Blasi & De Pol Blasi, 1994). The small difference N_{Or}(a: eq. 9) - N_{Or}(V: eq. 8) of -0.007 (see Table A1-

a) and the value of the Δa index of -0.023 Å indicate that the Pellotsalo microcline is free of lattice strain due to coherency stresses between exsolved K- and Na-rich phases.

The crystal structure was refined to low values of R and wR (0.027 and 0.030, respectively). The $\langle T\text{-O}\rangle$ distances are consistent with the metric properties and the structural indicators obtained by means of the Δ method (see Table A1-a) in indicating that the degree of Si,Al order corresponds to that of a normal low microcline rather than to that of a hyper-ordered microcline. The contrasting structural states resulting from old and new refinement of the two Pellotsalo specimens are displayed in Fig. 1 in terms of Al contents derived from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances. The new structure refinement is of great value for estimating Al-O and Si-O distances in K-rich feldspar, which are necessary to convert T-O distances to Al contents of the T sites (see the relevant section; also Table 1 and Table 2).

Blasi *et al.* (1987a) also re-investigated the metric properties determined by B.E. Brown & Bailey (1964): the above-mentioned discrepancy between $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ led to discovery of a probable error in the β^* angle. This was corrected and the new value made it possible to calculate a new set of lattice constants (see Table A1-a). The latter, along with the atomic coordinates of B.E. Brown & Bailey (1964), were used by Blasi & De Pol Blasi (unpubl.) to calculate a new set of interatomic distances and angles. These, however, are not significantly different from those published by B.E. Brown & Bailey (1964).

Blasi *et al.* (1987a) reviewed the contrasting genetic interpretations formulated concerning the Pellotsalo feldspar during this century. These are due to the ambiguous occurrence of irregular patches of cross-hatching in the K-rich phase. Actually, the diffraction spots in single-crystal photographs show no evidence of monoclinic ancestry in the K-rich phase. However, the shape and position of the weak diffraction spots from the coexisting Na-rich phase may be interpreted in favor of an incipient M-type association, which would indicate that exsolution took place in a monoclinic environment. Considering that several lines of evidence indicate that the Pellotsalo microperthite formed by exsolution, the high Na-content of the bulk composition ($Or_{72}Ab_{27}An_1$ mol%: Goldsmith & Laves, 1961) is of key importance in confirming primary growth in the monoclinic field. In addition, according to Blasi *et al.* (1987a), the moderate enrichment in Rb and the low concentration of Ba in the K-rich phase suggest that the Pellotsalo microperthite formed at a temperature just above that of the monoclinic-triclinic inversion.

Prilep low microcline. The specimen was investigated by Strob (1983) for his Diplomarbeit. Partial data were published by Kroll & Ribbe (1983: Table 3; also Ribbe, 1984: Table 3), and Smith & Brown (1988: Fig. 3.6).

The specimen is a coarsely twinned amazonite from a granitic pegmatite, sampled in the Čanište II quarry, near Prilep, Macedonia. The optic axial angle, $2V_X = 83°$, and the extinction angle on (001), $X'\Lambda a = 17°$, are consistent with the extreme structural state of low microcline. These results are confirmed by the metric properties and the structural indicators presented in Table A1-a. The N_{Or} contents obtained from V indicate that the composition of the Prilep microcline is highly potassic [$N_{Or}(V$: eq. 3) 0.964, $N_{Or}(V$: eq. 8) 0.965: Table A1-a]. The difference $N_{Or}(a$: eq. 9) - $N_{Or}(V$: eq. 8) (-0.003: see Table A1-a) is consistent with the value of the Δa index (-0.009 Å) in indicating absence of lattice strain due to coherency between exsolved phases. The crystal structure of the Prilep microcline was refined to low values of R and wR (0.0240 and 0.0265, respectively). The values of $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and Al contents derived therefrom (see Table A1-a and Fig. 1) are consistent with the optical and metric data in indicating that the specimen is extremely ordered.

The data for the Prilep microcline are very close to those for the Pellotsalo (Blasi *et al.*, 1987a) and the Pikes Peak (Blasi *et al.*, 1984b; Blasi & De Pol Blasi, 1994) specimens of low microcline. However, unlike the Pellotsalo and the Pikes Peak specimens, the Prilep microcline is an amazonite, which usually contains appreciable amounts of Pb. In spite of this, the Prilep microcline should be considered an excellent specimen for evaluating the Al-O and Si-O distances in K-rich feldspar (see the relevant section; also Table 1 and Table 2).

Pikes Peak low microcline. Blasi *et al.* (1984b) refined the structure of two crystal fragments, 7813A and 7813B, selected from a 14-mm^3 cleavage block (specimen 7813) from an overgrowth of white to colorless microcline coating the late magmatic, bluish green, amazonitic microcline perthite (specimen 7816) in the so-called "Ray Ziegler" pocket. This pocket, which measures roughly 90 × 180 × 30 cm, occurs in a pegmatite at Crystal Peak, Pikes Peak batholith, Colorado, U.S.A.

Single-crystal photographs indicate that the Pikes Peak microcline is virtually free from exsolved Na-rich phase and twins or related structures, but produces sharp diffraction spots suggesting structural homogeneity. X-ray powder diffractometer patterns show extraordinarily sharp peaks indicating that the material investigated is particularly well crystallized and structurally homogeneous, at least within the limits of the 14-mm^3 cleavage block. In fact, the values of the lattice constants from powder data are very close to those determined by single-crystal diffractometer data for crystal fragments 7813A and 7813B (see Table A1-a).

A series of electron microprobe analyses of several fragments from the same 14-mm^3 feldspar block gave the composition $Or_{94.3}Ab_{5.2}An_{0.0}Cn_{0.1}Rbf_{0.4}$ mol%. As with the Pellotsalo microcline (see the relevant section), the microprobe composition is slightly less potassic than that obtained from cell volume V [$N_{Or}(V$: eq. 3) 0.973, $N_{Or}(V$: eq. 8) 0.974: powder 7813; 0.971, 0.973: fragment 7813A; 0.962, 0.963: fragment 7813B; Table A1-a]. These compositions are slightly more potassic than those determined for the Pellotsalo microcline [$N_{Or}(V$: eq. 3) 0.956, $N_{Or}(V$: eq. 8) 0.958: Table A1-a]. The differences $N_{Or}(a$: eq. 9) - $N_{Or}(V$: eq. 8) (-0.011: powder 7813; -0.017: fragment 7813A; -0.010: fragment 7813B; Table A1-a), and the Δa index (-0.027 Å: powder 7813; -0.037: fragment 7813A; -0.028: fragment 7813B) indicate absence of lattice strain due to coherency between exsolved phases.

The crystal structure of both specimens was refined to R and wR values of 0.033 and 0.033, respectively, for specimen 7813A, and 0.031 and 0.034, respectively, for specimen 7813B. These values are comparable with those ob-

tained for the Pellotsalo microcline re-examined by Blasi *et al.* (1987a) (see Table A1-a). The ⟨*T*-O⟩ distances and the Al contents calculated therefrom (see Table A1-a and Fig. 1) are consistent with the lattice constants and the structural indicators derived therefrom (see Table A1-a) in indicating that the degree of Si,Al order of both Pikes Peak crystal fragments corresponds to that of an extremely ordered microcline. The 7813A and 7813B specimens are excellent candidates for use to estimate the Al-O and Si-O distances in K-rich feldspar (see the relevant section; also Table 1 and Table 2).

The findings by Blasi *et al.* (1984b) also contributed to a better understanding of the end stages of evolution of a typical pocket assemblage in the anorogenic Pikes Peak complex. Microcline overgrowth 7813 probably formed below the temperature of the monoclinic-triclinic inversion. This is consistent with the low concentration of Ba (BaO: 0.04 wt%, either by electron microprobe or spectrographic analyses), the virtual absence of Sr (SrO: 0.00 and <0.001 wt%, by electron microprobe and spectrographic analyses, respectively) and the high concentration of Rb (Rb_2O: 0.14 wt%, either by electron microprobe or spectrographic analyses). Lead, which is enriched in the amazonitic microcline substrate 7816 (PbO: 1.62 wt%, N.M. Conklin, priv. comm., in Blasi *et al.* 1984b), is virtually absent in 7813 (PbO: <0.02 wt%, by spectrographic analysis), which may imply an important hiatus between host and overgrowth and a modification of the fluid's composition. The high degree of Si,Al order in microcline overgrowth 7813 is considered a reflection of the mild alkalinity of the residual supercritical aqueous fluid phase that operated at the end stage of a protracted history of differentiation of an anorogenic basic magma.

Blasi & De Pol Blasi (1994) subjected a third crystal from the Pikes Peak overgrowth to structure refinement. The specimen, denoted as 7813C, is a cleavage fragment separated from the same 14-mm^3 feldspar block employed by Blasi *et al.* (1984b) to obtain the two crystals 7813A and 7813B.

The lattice constants determined for specimen 7813C are very close to those obtained for the other feldspar material from overgrowth 7813 (see Table A1-a), and the same applies to quantities derived from lattice constants, e.g. the composition in terms of N_{Or} [N_{Or}(*V*: eq. 3) 0.962, N_{Or}(*V*: eq. 8) 0.964: Table A1-a], the difference N_{Or}(*a*: eq. 9) - N_{Or}(*V*: eq. 8) (-0.008: Table A1-a), and the the Δa index (-0.018 Å).

Blasi & De Pol Blasi (1994) made a thorough collection of intensity data measuring a total of 14966 diffractions in the 2θ(Mo*K*α) range 3-100°. Two standard structure refinements were done in the 2θ(Mo*K*α) ranges 3-60 [refinement (a)] and 3-100° [refinement (b)], respectively (see Table A1-a). The *R* and *wR* values are 0.016 and 0.018, respectively, in the former, and 0.019 and 0.020, respectively, in the latter. These values are definitely lower compared with the corresponding ones in the other low microcline specimens(see Table A1-a). The values of σ in ⟨*T*-O⟩ distances, which amount to 0.001 Å in the Pellotsalo microcline and in Pikes Peak specimens 7813A and 7813B, reduce to 0.0004 and 0.0003 Å in cleavage fragment 7813C, with reference to refinement (a) and refinement (b), respectively (see Table A1-a). The latter values of σ are similar to those obtained by Strob (1983) for his Prilep microcline. The ⟨*T*-O⟩ distances from refinements (a) and (b) represent excellent data for estimating the Al-O and Si-O distances in K-rich feldspar (see the relevant section; also Table 1 and Table 2). Blasi & De Pol Blasi (1994) observed that the values of the *T*-O distances are very similar to the corresponding values in specimens 7813A and 7813B. However, they noted that the ⟨*T*2*m*-O⟩ distance in microcline 7813C, i.e. 1.6159(4) [refinement (a)] or 1.6158(3) Å [refinement (b)], seems to be somewhat longer than in specimens 7813A and 7813B, in which it is equal to 1.614(1) (see Table A1-a). This is, however, an idiosyncratic feature of specimen 7813C, because the same value also resulted from other data collections obtained for the same specimen with the same or a different diffractometer.

In view of the high quality of the intensity data collected for specimen 7813C, Blasi & De Pol Blasi (1994) explored several models for determining the composition in K-rich feldspar from K,Na site refinements. The results of the investigation will be considered in the section dealing with the Rabb Canyon sanidine. In addition, Blasi & De Pol Blasi (1994) used the intensity data collected for specimen 7813C in an attempt to explore the possibility of determining *T*-site occupancies from Si,Al site refinements. The attempt was successful: the separation of Si and Al atoms occurred in a number of cycles of least-squares site refinement depending on the type of the model employed. Several models of *T*-site refinement were investigated and the results were critically discussed.

Khibiny low microcline. Borutskiy *et al.* (1985) refined the crystal structures of an adularia and a low microcline occurring in pegmatites from urtites and rischorrites, respectively, in the central arc of the Khibiny massif, Kola Peninsula, Russia. As regards the adularia specimen, see the section on the Khibiny adularia.

Turning to the low microcline, this is specimen No. 1667 from a pegmatite in the pyroxene rischorrites of the "Eudialyte Ridge" on Mt. Kukisvumchorr in the Khibiny massif. Borutskiy *et al.* (1985) presented three complete sets of chemical analyses for the Khibiny microcline showing contrasting results, especially for Ca. In ternary terms, the composition adopted was $Or_{96}Ab_{3.5}Rbf_{0.3}$ mol% (the English translation contains a misprint of the Rbf content, i.e. 0.8 instead of 0.3 mol%). The specimen, however, also contains an appreciable amount of ferric iron (0.45-0.46 wt% Fe_2O_3), which corresponds to ~1.5 mol% $KFeSi_3O_8$

Borutskiy *et al.* (1985) reported eight sets of lattice constants for their specimen, which were determined by several investigators. The set of lattice constants presented in Table A1-a is that adopted in their work. The N_{Or} contents calculated from *V* yielded exceptionally pure compositions [N_{Or}(*V*: eq. 3) 0.994, N_{Or}(*V*: eq. 8) 0.996: Table A1-a]. The difference N_{Or}(*a*: eq. 9) - N_{Or}(*V*: eq. 8) (0.005: see Table A1-a) and the Δa index (0.018 Å) indicate that the specimen is free from lattice strain due to coherency between exsolved phases. The values of the structural indicators calculated from metric properties (see Table A1-a) indicate that the specimen is a low microcline showing residual Si,Al disorder.

The crystal structure was refined to an R value of 0.036. The $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and the Al contents derived therefrom confirm that the specimen is not completely ordered (see Table A1-a and Fig. 1). The Khibiny low microcline, therefore, cannot be used for determining the reference values for Al-O and Si-O distances.

According to Borutskiy *et al.* (1985) the properties of the alkali feldspars may be useful in exploration for apatite in the Khibiny massif. In particular, they can be used to resolve the problem of assigning rocks of uncertain origin to the nepheline syenite complex or to the melteigite-urtite complex, associated with the famous Khibiny apatite deposits. Borutskiy *et al.* (1985) observed that the coexistence of adularia and low microcline in the melteigite-urtite and the rischorrites of Khibiny reflects either a multistage formation for these rocks, or unusual conditions during which the simultaneous formation of different structural modifications of K-rich feldspar occurred.

Spencer U intermediate microcline. The specimen is classified as a microcline-microperthite in the suite of alkali feldspars described by Spencer (1937), and comes from the mica-bearing pegmatite of Kodarma, Bihar, India. It is almost glass-clear and shows a medium coarse microperthitic texture of the string or film types (Spencer, 1937). The K-rich phase shows patches of cross-hatching (Bailey & Taylor, 1955).

The first structure analysis of the Spencer U microcline was undertaken by Bailey & Taylor (1955), who cut small untwinned cubes with a razor blade from regions in between the cross-hatched areas of a cleavage flake. The lattice constants, obtained from weighted average of data from 6 feldspar cubes, showed interaxial angles intermediate between those for monoclinic symmetry and those for the highest degree of triclinic geometry. The collection of Weissenberg intensity data started with cube No. 1 and, after its loss, continued with cube No. 4 (see Table A1-a). Combined data from the two feldspar cubes were used in 2D (R = 0.095 for $0kl$ diffractions and R = 0.098 for $hk0$ diffractions) and 3D (R = 0.154 for all diffractions and R = 0.138 for a new set of $|Fc|$ values calculated on the basis of the last atomic parameters) Fourier refinements. A total of 2652 diffractions was employed. The $\langle T\text{-O}\rangle$ distances from 3D results gave clear proof of partial ordering in microcline: $\langle T1o\text{-O}\rangle$ = 1.700, $\langle T1m\text{-O}\rangle$ = 1.645, $\langle T2o\text{-O}\rangle$ = 1.614, and $\langle T2m\text{-O}\rangle$ = 1.611 Å (sub-sites o and m are interchanged in respect to those of the original study, in accordance with Laves's (1951) convention for the orientation of axes in microcline).

Later, Bailey (1969) made a least-squares refinement of Spencer U microcline using 2124 diffractions selected from the original data employed by Bailey & Taylor (1955). Adopting Laves's (1951) convention, Bailey (1969) interchanged the sub-sites o and m, transformed the lattice angles α and γ, and corrected the β value from that of the original study (see Table A1-a). The R values dropped to 0.080, and the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances, listed in Table A1-a, gave definite proof that the Spencer U specimen is an intermediate microcline. This may be seen from the diagram in Fig. 1, derived from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances, and is also confirmed by the structural indicators calculated from lattice constants in Table A1-a.

The extent of the perthitic exsolution (bulk composition $Or_{84.63}Ab_{12.51}An_{1.40}$ wt%: Spencer, 1937; $N_{Or}(V)$ = 0.94: Table A1-a) and the irregular patches of cross-hatching in the K-rich phase indicate that the Spencer U specimen is a complex feldspar material.

The difference $N_{Or}(a$: eq. 9) - $N_{Or}(V$: eq. 8) = 0.033 (Table A1-a: set of lattice constants from Bailey, 1969) suggests that the K-rich phase could be affected by lattice strain due to coherency with the exsolved Na-rich phase. This effect is confirmed by a Δa value of 0.068 Å, and is consistent with the bulk composition observed. The set of lattice constants determined later by Wright & Stewart (1968) from X-ray powder diffractometer data confirms lattice strain (see Table A1-a; also Stewart & Wright, 1974, Fig. 9). In addition, the extinction angle on (010) is 7.5° (Spencer, 1937): a value slightly higher than normal, which suggests cryptoperthitic exsolution, and hence lattice strain (see Stewart, 1974; Stewart & Wright, 1974).

The Spencer U microcline shows a variable $2V_X$: 76.5°, measured by Spencer (1937), and a range of values from 69 to 72°, measured by Finney & Bailey (1964) in the crystal chip used by Bailey & Taylor (1955) for structure analysis. Finney & Bailey (1964) adopted a value of 70.5°, the middle of their observed range of $2V_X$ values.

In their crystal fragments, Bailey & Taylor (1955) observed weak extra diffractions from the exsolved Na-rich phase, which did not seriously disturb the refinement. In different crystal fragments of Spencer U specimen, Smith & MacKenzie (1959) and Smith (1974a, Fig. 6-13; also 1974b, p. 455) observed diffuse diffractions elongated in the direction of the b axis and centered on position hkl with $(h + k)$ odd. These diffractions violate C-face centering and are indicative of a $P2_1/a$ structural arrangement (see Blasi & De Pol Blasi, 1994, pp. 90-92, for review of models). The same specimens also showed the main spots with $(h + k)$ even to be associated with diffuse streaks in the direction of spots for the M-type association of microcline.

In conclusion, the Spencer U microcline, a historical example of intermediate structure between low microcline and $C2/m$ K-rich feldspars, comes from a complex microperthite: the K-rich phase shows irregular optical cross-hatching, slight lattice strain, rather variable $2V_X$, and X-ray evidence of fine scale domain textures, including the $P2_1/a$ structural arrangement.

Adamello P17C high microcline. The specimen is from a suite of 9 K-rich feldspars, which were subjected to structure refinement by Dal Negro *et al.* (1978; 1980; see also De Pieri, 1979). The 9 specimens come from tonalite, quartz-diorite, aplite and pegmatite of the Adamello massif, Northern Italy.

Single-crystal X-ray photographs show that all specimens are untwinned homogeneous crystals, free from diffuse streaks, and do not display the extra diffractions hkl with $(h + k)$ odd, commonly observed in specimens of adularia. One of the Adamello feldspars is clearly monoclinic, two are metrically monoclinic and structurally triclinic, and the others are definitely triclinic. The structural state of the triclinic specimens ranges from high to low microcline, and the feldspar suite de-

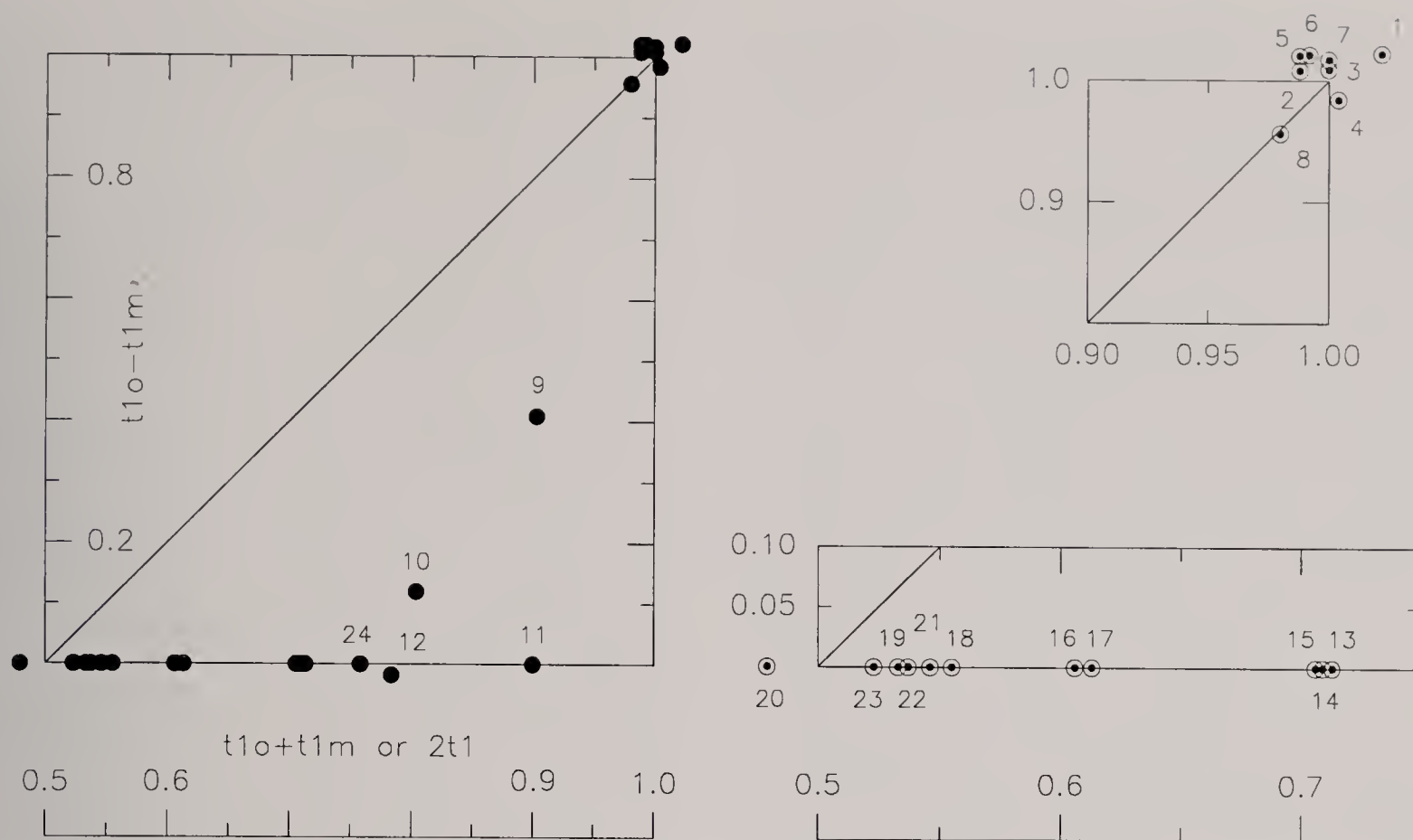



Fig. 1 - Relation between sum and difference of Al contents in $T1o$ and $T1m$ sites, i.e. t1o + t1m and t1o - t1m, in specimens of K-rich feldspar from granitic pegmatites used in structure refinements. The values of t1o + t1m (in the case of triclinic simmetry) or 2t1 (in the case of monoclinic simmetry) and t1o - t1m were obtained from ⟨T-O⟩ distances following the procedure developed by Blasi & De Pol Blasi (1994, eqs. 18 and 19) and using the reference values for Al-O and Si-O distances given in the relevant section of this work. *Room-temperature crystal structures of natural specimens*: 1 Pellotsalo low microcline (B.E. Brown & Bailey, 1964); 2 Pellotsalo low microcline (Blasi *et al.*, 1987a); 3 Prilep low microcline (Strob, 1983); 4 and 5 Pikes Peak low microcline 7813A and 7813B, respectively (Blasi *et al.*, 1984b); 6 and 7 Pikes Peak low microcline 7813C refinements (a) and (b), respectively (Blasi & De Pol Blasi, 1994); 8 Khibiny low microcline (Borutskiy *et al.*, 1985); 9 Spencer U intermediate microcline (Bailey, 1969); 10 Adamello P17C high microcline (Dal Negro *et al.*, 1978); 11 Himalaya "ordered orthoclase" (Prince *et al.*, 1973); 12 Khibiny adularia (Borutskiy *et al.*, 1985); 13 Spencer C orthoclase (Colville & Ribbe, 1968); 14 Itrongay orthoclase (Kimata *et al.*, 1996); 15 Itrongay orthoclase (Nyfeler *et al.*, 1998); 16 Rabb Canon sanidine (Keefer & Brown, 1978); 17, 18, 19 and 20 Buck Claim adularia Buck-18-IV, Buck-18-III, Buck-18-II and Buck-18-I, respectively (Ferguson *et al.*, 1991). *Room-temperature crystal structures of pre-heated specimens*: 21 Itrongay high sanidine (Nyfeler *et al.*, 1998) ; 22 Spencer C high sanidine (Ribbe, 1963); 23 Bedford high sanidine (Blasi *et al.*, 1987a). *Low-temperature crystal structure of natural specimen*: 24 Itrongay orthoclase at 121 K (Kimata *et al.*, 1996).

scribes, on the whole, a typical intermediate two-step ordering path.

According to Dal Negro *et al.* (1978), the triclinic specimens crystallized (or recrystallized) directly with triclinic symmetry. On the whole, the Adamello feldspars would represent structural states corresponding to equilibrium conditions at the moment of crystallization or possible subsequent recrystallization.

Specimen P17C is from a tourmaline-muscovite-bearing pegmatite dike. Its bulk composition, obtained from chemical analysis, is $Or_{87.1}Ab_{12.0}An_{0.1}Cn_{0.0}Rbf_{0.8}$ mol%. Unlike the other 8 non-pegmatitic feldspars from the Adamello massif, specimen P17C does contain Rb and is free from Ba. The composition from V, [N_{Or} 0.92: Table A1-a], is consistent with weak exsolution, as is expected in $C2/m$ K-rich feldspars rather than in $C\bar{1}$ K-rich feldspars, in which exsolution proceeds to larger extents with a simultaneous increase in Si,Al order. Indeed, metric properties and structural indicators in Table A1-a indicate that the P17C specimen is a highly disordered triclinic K-rich feldspar. The difference N_{Or}(a: eq. 9) - N_{Or}(V: eq. 8) = 0.024 (see Table A1-a) and the value of the Δa index, 0.028 Å, are consistent with absence of lattice strain due to coherency between exsolved phases.

The crystal structure was refined to an R value of 0.032. The ⟨T-O⟩ distances and the Al contents derived therefrom (Table A1-a and Fig. 1) confirm that the specimen is a highly disordered microcline. Together with other specimens of a similar structural state, P17C is of great value for clarifying the position of the switchover between $C2/m$ and $C\bar{1}$ symmetry in K-rich feldspars.

Himalaya "ordered orthoclase". The specimen, investigated by Prince *et al.* (1973), is from the Himalaya tourmaline mine (Jahns, 1954: map 8, locality 20), in the Mesa Grande pegmatite district, San Diego County, California, U.S.A. The pegmatite at Himalaya mine is an example of asymmetrically-zoned pegmatite dike with aplitic footwall portion, as displayed by the schematic cross section in Fig. 5B of Jahns & Burnham (1969; also Jahns, 1982). A detailed survey on the Himalaya pegmatite-aplite dike system was given by Foord (1977), and further data can be found in Taylor *et al.* (1979), Černý (1982), Martin (1982), G.E. Brown & Ewing (1986), Foord *et al.* (1986), and London (1986).

Prince *et al.* (1973) described in detail the occurrence of the Himalaya specimen: long pendants of microcline perthite, growing from the hanging wall of the dike, grade into orthoclase perthite in the central portion of the peg-

matite, near the gem pockets; the orthoclase perthites are coated by a gem-quality, single-phase orthoclase overgrowth, up to 1 cm thick, where they project into the gem pockets.

Prince *et al.* (1973) performed a neutron diffraction structure refinement on a cleavage fragment taken from the gem-quality orthoclase overgrowth. The compositions determined by wet chemical analysis and by electron microprobe analysis are $Or_{87.4}Ab_{10.4}An_{0.3}Cn_{0.5}$ $Rbf_{1.5}$ mol% and $Or_{88.6}Ab_{9.9}An_{0.0}Cn_{0.0}Rbf_{1.5}$ mol%, respectively (recalculated in this work from original data).

The wet chemical analysis shows 0.44 wt% H_2O^+, liberated between 117 and 1000 °C, which was initially attributed by Prince *et al.* (1973) to hydroxyl-for-oxygen substitution in the crystal structure. Both analyses show a relatively high Rb content, whereas the amount of Ba is small and the relevant data are contrasting. The Ca content is very small and the relevant data are also contradictory. The Na contents are very close to each other in both analyses, and are in the range observed in the monoclinic K-rich phase of many microperthites. The Himalaya specimen, however, is largely free from any exsolved Na-rich phase, as indicated by the close interrelationship of the following data: Or = 87.4 mol% (from wet chemical analysis), Or = 88.6 mol% (from microprobe analysis), $N_{Or}(V)$ = 0.891 (from eq. 2, Table A1-a), $N_{Or}(V)$ = 0.883 (from eq. 6, Table A1-a), and $N_{Or}(a)$ = 0.894 (from eq. 7, Table A1-a).

Further data come from another crystal fragment of the Himalaya specimen heated by Horsky & Martin (1977) to 1000 °C for 1 h. After heating, the fragment appeared to be milky, and this unexpected behavior was attributed by Horsky & Martin (1977) to decrepitation of fluid inclusions and propagation of the fluid along cracks and cleavages in the chip. The compositions from V and a in this specimen [$N_{Or}(V$: eq. 2)= 0.906, $N_{Or}(V$: eq. 6)= 0.896, and $N_{Or}(a$: eq. 7) = 0.899: calculated as indicated in the section on methods, from original data in Table 2 of Horsky & Martin, 1977], compared with the data for the unheated specimen, would confirm that the Himalaya K-rich feldspar is essentially a single-phase crystal. This is consistent with the absence of lattice strain due to coherency between exsolved phases, as indicated in the unheated specimen by the difference $N_{Or}(a$: eq. 7) – $N_{Or}(V$: eq. 6) = 0.011 (see Table A1-a) and by the value of Δa = 0.048 Å. The experiment mentioned, performed by Horsky & Martin (1977), was also useful for confirming that H_2O^+ from the wet chemical analysis in the Himalaya specimen is not related to hydroxyl-for-oxygen substitution in the structure, as initially envisaged by Prince *et al.* (1973).

The values of b and c, or b^* and c^*, of the Himalaya specimen investigated by Prince *et al.* (1973) are consistent with strong Si,Al order in T sites: $\Delta(bc)$ = 0.918 and $\Delta(b^*c^*)$ = 0.869 (see Table A1-a). The difference $\Delta(bc)$ – $\Delta(b^*c^*)$ is 0.049: a value that is somewhat high, and possibly related to the value of the β angle, 116.073(9)°, which in turn is somewhat high for a K-rich feldspar (see Blasi, 1980).

Prince *et al.* (1973) made precession and Weissenberg X-ray photographs of single crystals from the same specimen as that employed for neutron diffraction. Although these photographs were exposed to Cu*K*a radiation for periods of time of up to 100 h, Prince *et al.* (1973) did not observe the diffuse extra diffractions *hkl* with $(h + k)$ odd, typical of adularia specimens, nor could they detect any evidence of twinning.

Using neutron-diffraction data, Prince *et al.* (1973) refined the crystal structure of the Himalaya specimen to R = 0.031 (wR = 0.035). The $\langle T\text{-O}\rangle$ distances are consistent with strong Si,Al order in the T sites: the value of 2t1 is 0.900(7) (see Fig. 1 and Table A1-a), which is very close to the above-mentioned values of $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$. By contrast, direct refinement of T-site occupancies indicates that the Himalaya specimen reached the highest possible Si,Al order compatible with monoclinic symmetry, i.e. t1 = 0.5 and t2 = 0, since the experimental results gave t1 = 0.516(29) and t2 = –0.016(29). On the basis of the results from T-site refinement, Prince *et al.* (1973) adopted the name "ordered orthoclase" for the Himalaya specimen. Later, Horsky & Martin (1977) concluded that the Himalaya orthoclase is distinct, the first documented example of the "theoretical" maximum low sanidine or "theoretical" orthoclase structure type.

Stewart & Wright (1974) cast doubt upon the reliability of neutron site refinement because the metric properties, the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and the optic axial angle ($2V_X$ = 63°) of the Himalaya specimen indicate incomplete Si,Al order for monoclinic symmetry. Furthermore, Stewart & Wright (1974) reported that Wones *et al.* (1967) and Crosby (1971) described the occurrence of monoclinic K-rich feldspars with metric properties implying more Si,Al order than that of the Himalaya specimen. The existence of more ordered specimens, according to Stewart & Wright (1974), also indicates that the Himalaya specimen is not completely ordered.

Smith (1974a, p. 68; also Smith & Brown, 1988, p. 44) reported that, in thin section, the extinction in the Himalaya specimen is uneven; lattice refinement in the neutron diffractometer gave indications of triclinic geometry; single-crystal X-ray patterns show diffuseness of diffractions which would be split in twinned low microcline. From these data Smith (1974a, p. 68; also Smith & Brown, 1988, p. 44) concluded that the Himalaya specimen is not the same as theoretical low sanidine, and that it is a domain-twinned microcline with such strong coherence that the physical properties are pseudo-monoclinic.

To sum up: optic axial angle, lattice constants and $\langle T\text{-O}\rangle$ distances are in close agreement in indicating that the Himalaya specimen is extremely ordered. The Al contents from T-site refinement of neutron data are probably biased. On the other hand, it is known that the determination of T-site occupancies from Si,Al site refinements of neutron scattering lengths may present problems (e.g., Kroll & Ribbe, 1983, p. 58 and p. 67; Ribbe, 1984, p. 38; Fitz Gerald *et al.*, 1986, p. 1404; Ribbe, 1994, p. 9). In spite of this, the Himalaya specimen might be considered as a unique example of an average feldspar structure made up of a domain-twinned microcline with domains so perfectly balanced and strongly coherent as to mimic the structure of a low sanidine, close to the theoretical end-member low sanidine.

The genetic conditions of the Himalaya gem-quality, single-phase "ordered orthoclase" are rather difficult to understand: indeed, the specimen coexists with K-rich

feldspars of different structural states within the same pegmatite dike, and formed in a pegmatite gem pocket, which is a water-rich environment, likely to promote Si,Al ordering in K-rich feldspar.

According to Prince *et al.* (1973), the crystal growth of the Himalaya "ordered orthoclase" from hydrothermal fluids in a gem-bearing pocket was presumably very slow, in agreement with the regional cooling, that occurred in a mesozonal plutonic environment (the country rock is gabbroic). Prince *et al.* (1973) proposed that the Himalaya orthoclase persisted metastably to lower temperatures, probably because of its stable, balanced Al distribution in the *T*1 sites, and suggested that "ordered orthoclase" does have a field of thermodynamic stability close to the pegmatite solidus.

Thereafter Martin (1974) proposed a stable-phase-equilibrium diagram for alkali feldspars with two first-order transitions for $KAlSi_3O_8$: one between fully disordered sanidine and "ordered orthoclase", at approximately 800 °C, and the other between "ordered orthoclase" and maximum microcline, at approximately 590 °C.

Later, Horsky & Martin (1977) emphasized that the ordered structure of the Himalaya orthoclase survived metastably, perhaphs because of sudden and explosive loss from the pegmatitic system of a suitable aqueous medium for Si,Al ordering to proceed.

On the basis of data obtained by Taylor *et al.* (1979), Martin (1982) stated that the Si,Al ordering in the Himalaya "ordered orthoclase" occurred in gem pockets at 565-525 °C. Indeed, the data of Taylor *et al.* (1979), obtained from stable isotope and fluid inclusion studies, showed that minerals in gem-bearing pockets from pegmatite-aplite dikes in San Diego County grew from aqueous fluids from 565 to 520 °C, and perhaps lower, under pressures of at least 2000 bars. These data were criticized and corrected by London (1986) to approximately 475 and 425 °C between 2800 and 2400 bars. Foord *et al.* (1986) reported *P-T* data for pocket formation as 540-520 °C at 2 kbar (referred to Taylor *et al.*, 1979, and Stern *et al.*, 1986) and 450-500 °C at 2-3 kbar (referred to London, 1986). The comparison and evaluation of these data are baffling. The *P-T* data suggested by London (1986) disclose new prospects for interpretation of genetic conditions of the Himalaya specimen. In fact, they would mean that the Himalaya specimen formed at, or below, the inversion temperature, which is estimated to be 450-500 °C, at low pressure, for K-rich feldspar (e.g., Smith & Brown, 1988, Fig. 1.2). In this case, the conditions of formation of the Himalaya overgrowth would be somewhat similar to those for alpine adularia specimens, which are unstable at all temperatures. In this respect, »ern_ (1994, p. 528) considered the Himalaya overgrowth as a late generation of K-rich feldspar, which formed as a low-temperature hydrothermal phase.

In conclusion, the genetic conditions of the Himalaya K-rich feldspars need further investigation. Determination of the structure of all K-rich feldspar types in the Himalaya dike would be helpful, along with the bulk compositions of both orthoclase and microcline perthites from the pendants. These data, along with the *P-T* data assessed for pocket formation, could be used to enter the phase diagram of alkali feldspars properly.

Khibiny adularia. The specimen, No. 1481/E, is from a pegmatite in massive urtites from the Material'naya shaft in the Yakspor apatite deposit in the central arc of the Khibiny massif, Kola Peninsula, Russia. Borutskiy *et al.* (1985) refined the crystal structure of the adularia and that of a microcline occurring in pegmatites from rischorrites of the same massif (see the section on the Khibiny low microcline).

Borutskiy *et al.* (1985) reported two complete sets of chemical analyses for the Khibiny adularia showing some discrepancies, especially for Ca, as in the case of the Khibiny microcline (see the relevant section). In ternary terms, the composition adopted was $Or_{91}Ab_{7.8}Cn_{1.2}$ mol%. As in the case of the Khibiny microcline, the Khibiny adularia also contains an appreciable amount of ferric iron (1.09-1.16 wt% Fe_2O_3), which corresponds to ~3.8 mol% $KFeSi_3O_8$.

Borutskiy *et al.* (1985) reported four sets of lattice constants for the Khibiny adularia, which were determined by several investigators. The set of lattice constants presented in Table A1-a is that adopted in their work. The composition from *V* is N_{Or} = 0.92 (see Table A1-a). The difference $N_{Or}(a$: eq. 7) - $N_{Or}(V$: eq. 6) = -0.019 (see Table A1-a) and the value of the Δa index, -0.048 Å, are consistent in indicating that the specimen is free of lattice strain due to coherency between exsolved phases. The values of the structural indicators calculated from metric properties (see Table A1-a) indicate that the degree of Si,Al order of the specimen is rather high for monoclinic symmetry.

Borutskiy *et al.* (1985) refined the crystal structure of the Khibiny adularia to an *R* value of 0.033 in the space group $C\bar{1}$. However, metric properties are monoclinic, and the discrepancies between values of $\langle T\text{-O}\rangle$ distances for *o* and *m* subsites are too small to be indicative of a triclinic structure (see Table A1-a). Note the abnormality of the $\langle T1o\text{-O}\rangle$ distance, which is shorter than the $\langle T1m\text{-O}\rangle$ distance. The Khibiny adularia is slightly less ordered than the Spencer B adularia studied by Colville & Ribbe (1968) $[(\langle T1o\text{-O}\rangle + \langle T1m\text{-O}\rangle)/2 = 1.662$ *versus* $\langle T1\text{-O}\rangle = 1.664$ Å]. The Khibiny adularia lies at the switchover between monoclinic and triclinic symmetry in K-rich feldspars (see Fig. 1). Borutskiy *et al.* (1985) reported that scans made on a Weissenberg X-ray goniometer showed neither signs of deviation from *C*2/*m* symmetry nor evidence of exsolution.

Spencer C orthoclase. The specimen is classified as an orthoclase-microperthite in the suite of alkali feldspars described by Spencer (1937). It is a colorless water-worn pebble, about 2.4 cm across, collected by Spencer (1930) from the gem-washing residues at the Mogok Ruby Mines, Northern Burma. According to Spencer (1930, p. 330) these residues appear to be derived from the weathering of pegmatites intruded into a country-rock of crystalline limestone. The feldspar is optically homogeneous with $2V_X$ = 43.6° and chemical composition $Or_{90.5}Ab_{7.1}An_{2.4}$ mol% (Spencer, 1930, p. 331; also Spencer, 1937, Table I; composition recalculated from original data). The specimen was denoted C by Spencer (1937). Later, specimen C became Spencer C.

The first structure analysis on the Spencer C specimen was made by Chao *et al.* (1940) using two 2D pro-

jections on [100] and [010]. The difference obtained between ⟨*T*-O⟩ distances (⟨*T*1-O⟩ = 1.68 and ⟨*T*2-O⟩ = 1.58 Å) was interpreted as a result of partial Si,Al ordering. However, Cole *et al.* (1949) documented that the accuracy of the data obtained by Chao *et al.* (1940) was too poor to conclude that the values of the of ⟨*T*-O⟩ distances were i dicative of partial disorder in the Spencer C specimen.

Later, Jones & Taylor (1961a, 1961b) refined the crystal structure of the Spencer C orthoclase to a final *R* value of 0.072 using four 2D projections on [100], [010], [001], and [$\bar{1}$], obtained from Weissenberg data collected from three different crystal fragments (see Table A1-a). The new ⟨*T*-O⟩ distances established that the specimen is actually partially ordered (⟨*T*1-O⟩ = 1.652 and ⟨*T*2-O⟩ = 1.633 Å). Jones & Taylor (1961a, 1961b) adopted in their work the lattice constants determined previously by Cole *et al.* (1949) on an other specimen of Spencer C orthoclase (see Table A1-a).

Colville & Ribbe (1968) reinvestigated the Spencer C specimen. They reported a microprobe analysis made by Smith & Ribbe (1966): the composition $Or_{90.9}Ab_{8.1}An_{0.5}Cn_{0.2}Srf_{0.3}$ mol%, recalculated in this work from original data, is very close to that obtained by Spencer (1930; 1937: see above) from wet chemical analysis. The crystal structure was redetermined by Colville & Ribbe (1968) by a 3D least-squares refinement using |*Fo*| data listed by Jones & Taylor (1961b). The *R* value dropped to 0.054, and the ⟨*T*-O⟩ distances became: ⟨*T*1- O⟩ = 1.6555(28) and ⟨*T*2-O⟩ = 1.6283(26) Å (see Table A1-a). Colville & Ribbe (1968) adopted in their work a set of lattice constants determined by D.B. Stewart by X-ray powder diffractometry. These lattice constants are very close to those obtained by Cole *et al.* (1949). Later, Wright & Stewart (1968) published another set of lattice constants for the Spencer C orthoclase (see Table A1-a), which is slightly different from the set obtained by D.B. Stewart.

All three sets of lattice constants give N_{Or} contents from *V* and *a* that are in close agreement with the "chemical" and microprobe compositions mentioned above [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.89: see Table A1-a]. In addition, the small values of the differences N_{Or}(*a*: eq. 7) – N_{Or}(*V*: eq. 6), in the range –0.002-0.006 (see Table A1-a), and the Δa values, in the range –0.003-0.019 Å, indicate that the Spencer C specimen is free of lattice strain due to coherency between exsolved phases. The agreement between "chemical", microprobe and N_{Or} data, as well as the absence of lattice strain validate the assumption of Spencer (1930, pp. 330-331), according to which most of the Na content in the Spencer C orthoclase is retained in solid solution.

The values of $\Delta(bc)$, in the range 0.716-0.726, and those of $\Delta(b^*c^*)$, in the range 0.702-0.710, are in close agreement with the 2t1 value of 0.713 calculated from the ⟨*T*-O⟩ distances determined by Colville & Ribbe (1968) (see Table A1-a). In Fig. 1, the representative point of the Spencer C orthoclase plots very close to the two representative points of the Itrongay orthoclase investigated at room temperature by Kimata *et al.* (1996) and Nyfeler *et al.* (1998) (see the relevant sections).

Single-crystal X-ray photographs show that the strongest diffraction spots of the Spencer C orthoclase are accompanied by diffuse streaks in the relation for the M-type association of low microcline (see Smith & MacKenzie, 1959; Jones & Taylor, 1961a, 1961b; McConnell, 1965; Colville & Ribbe, 1968). This poses a major problem concerning the symmetry of the Spencer C orthoclase. The problem was stirred up by Laves in Jones & Taylor (1961a; see also Laves, 1950, 1952). The specimen would not actually be monoclinic: rather, it could be a domain-twinned microcline.

Jones & Taylor (1961a, 1961b) ignored the weak streaks in their structure analysis, and concluded that an attempt to discuss the structure of the Spencer C orthoclase in terms of submicroscopically twinned microcline is unlikely to be physically realistic. Colville & Ribbe (1968), more realistically, regarded the structure of the Spencer C orthoclase as an average structure.

Smith (1974a, p. 73, p. 247; 1974b, p. 455) reported that single-crystal oscillation photographs taken by Smith & MacKenzie (1959) showed that the weaker and longer diffuse streaks of Spencer C orthoclase have an intensity variation different from that of the stronger and shorter diffuse streaks occurring in intermediate microcline as a result of a domain-twinned texture. According to Smith (1974a, pp. 67-68; also Smith & Brown, 1988, p. 44), the former type of streaks might be interpreted as a result of slight development of rudimentary domains in a structure that is essentially monoclinic.

However, the diffuse streaks about the main diffraction spots in many specimens of monoclinic K-rich feldspar result from their tweed texture, which is commonly observed in TEM images. The tweed texture corresponds to a modulated pattern representing an incipient stage of the coarser tartan texture, which results from the M-type association occurring in low microcline. The degree of Si,Al order at which the tweed texture develops in K-rich feldspars is of great interest in alkali feldspar mineralogy, because it represents the switchover from monoclinic to triclinic symmetry.

McLaren & Fitz Gerald (1987) found a value of 2t1 = 0.67 in a tweed orthoclase investigated by CBED (convergent beam electron diffraction) and ALCHEMI (atom location by channelling enhanced microanalysis). TEM investigations performed by Bambauer *et al.* (1989) on the sanidine-microcline transition across metamorphic zones showed that tweed orthoclase develops at 2t1 = 0.69. Later, the latter value was changed to 0.68 by Kroll *et al.* (1991; also Kroll & Knitter, 1991). On the basis of TEM studies, Nord (1992, p. 489) stated that the presence of tweed textures in orthoclase occurs at 2t1 = 0.7 to 0.8. The latter 2t1 range was also adopted by Brown & Parsons (1989, p. 31). Using the Landau theory, Carpenter & Salje (1994) found a value of Q_t = 0.40, i.e. 2t1 = 0.70, at 753 K for the transition between non-modulated and modulated K-rich feldspars.

The above 2t1 values, at which the beginning of the tweed texture would occur in K-rich feldspars, are somewhat smaller than those proposed by other investigators [e.g., Smith, 1974a, Fig. 9-11, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.55, normalized between 0 and 1, corresponding to $\Delta(b^*c^*)$ = 2t1 = 0.78, when normalized between 0.5 and 1, as in this work; Eggleton & Buseck, 1980, 2t1 = ~ 0.80; Ribbe, 1983, p. 10, and 1984, p. 7, 2t1 = 0.74; Su *et al.*, 1984, Fig. 4, 2t1 = 0.74; Smith & Brown, 1988, p. 45, ⟨*T*1*o*-O⟩ = ⟨*T*1-O⟩ = ~ 1.660 Å, corresponding to 2t1 = ~ 0.74].

Of all the data mentioned, a 2t1 value of 0.68 may represent an appropriate estimate of the inception of the tweed texture in K-rich feldspars. Thus, the Spencer C specimen, with $\Delta(bc)$ = 0.716-0.726, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.702-0.710, and 2t1 from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances equal to 0.713 (see above), is expected to show a tweed texture when investigated by TEM techniques. In this light, the Spencer C specimen should be considered an orthoclase rather than a low sanidine. The situation is similar to that discussed earlier for the Himalaya "ordered orthoclase".

From a historical point of view, it should be mentioned that the changeover from low sanidine to orthoclase was assumed by Wright & Stewart (1968) to be marked by their P50-56F orthoclase, a specimen with $\Delta(bc)$ = 0.732 and $\Delta(b^*c^*)$ = 0.721, i.e. with a structural state similar to that of the Spencer C orthoclase.

Itrongay orthoclase. This is a yellow, ferriferous K-rich feldspar of gem quality from a miarolitic pegmatite at Itrongay, near Fianarantsoa, Madagascar. Outcrops of pegmatite are small, and minerals occur on the surface as crystals and fragments in part enclosed in a calcareous tufa of recent formation (see Coombs, 1954). According to Martin (1982) the pegmatite at Itrongay is unusual, and poorly understood from a petrological viewpoint.

With rare exceptions, the Itrongay feldspar is homogeneous and its structural state, on the basis of $2V_X$, ranges from high- to low sanidine (Coombs, 1954). In spite of this, the feldspar is commonly denoted as the Itrongay orthoclase.

The chemical analyses published by Coombs (1954) indicate that the Itrongay feldspar may contain up to 3.25 wt% Fe_2O_3, which corresponds to 12.5 wt% Fe-feld. High iron contents in specimens of gem quality and without any turbidity or visible fine inclusions would involve that most of the iron replaces Al in the T sites. Note that wet chemical analyses reported by Coombs (1954) indicate that divalent iron may also occur.

According to Hofmeister & Rossman (1983, Fig. 1), the yellow color of the Itrongay feldspar is due to absorption bands in the blue region at 418 and 445 nm, due to tetrahedral Fe^{3+}. Further data obtained by Hofmeister & Rossman (1984) by means of optical absorption and electron paramagnetic resonance confirmed that all Fe^{3+} is tetrahedrally coordinated. Behrens *et al.* (1995) investigated the iron content in specimens of Itrongay orthoclase with 0.2-2.4 wt% Fe_2O_3 by means of optical spectroscopy, ^{57}Fe Mössbauer resonance absorption, at 7 K, and electron paramagnetic resonance. Their findings imply that more than 50% of the iron is due to a submicroscopic exsolution of a separate iron-rich phase that may be an iron oxide (Fe_2O_3, Fe_3O_4) or other still unknown phases, which contribute to the magnetic effect observed.

Kimata *et al.* (1996) performed a crystal structure investigation on an Itrongay K-rich feldspar at 296 and 121 K. Their paper was devoted to the low temperature behavior of an orthoclase, rather than to structural study of the Itrongay specimen in itself. Electron microprobe analyses made by Kimata *et al.* (1996) yielded the composition SiO_2 65.88, Al_2O_3 16.52, Fe_2O_3 1.26, and K_2O 16.55 wt%, which shows excess SiO_2, deficient Al_2O_3 + Fe_2O_3, and deficient K_2O for a K-rich feldspar. From these data, Kimata *et al.* (1996) recalculated the chemical formula $(K_{0.946}\square_{0.054})[(Al_{0.902}Fe_{0.044}Si_{3.054})\,O_8]$, in which the deviations from the stoichiometry of a K-rich feldspar are related to the anomalous chemical contents mentioned. Taken at face value, the Fe content determined corresponds to 4.6 mol% Fe-feld. It should be noted that, in this specimen, there is a complete absence of Na_2O.

This section will account for the results concerning Itrongay feldspar at 296 K, whereas its behavior at 121 K will be considered in the relevant section.

Turning to the specimen investigated at 296 K, the absence of Na_2O would be consistent with either the high N_{Or} contents determined from V and a [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.99: see Table A1-a] or the absence of lattice strain [$N_{Or}(a$: eq. 7) - $N_{Or}(V$: eq. 6) = –0.001: see Table A1-a; Δa = –0.006 Å]. Note, however, that substitution of Fe^{3+} for Al in K-rich feldspar produces an expansion of cell edge a (see Smith, 1974a, p. 276).

Refinement of the iron scattering power for the T sites performed by Kimata *et al.* (1996) indicated complete Fe disordering in the framework. Disregarding the influence of iron content, the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances (see Table A1-a) indicate that apparently the structure of the Itrongay specimen is very close to that of the Spencer C orthoclase (see the relevant section). Kimata *et al.* (1996) calculated the values of t1 and t2 from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances by means of eq. (19) of Blasi & De Pol Blasi (1994). In the present case, however, eqs. (19) and (18) of Blasi & De Pol Blasi (1994) should be used to calculate t1 and t2, respectively. The use of eq. (19) to calculate t2 gives rise to an overestimate of the Al content (0.148 *versus* 0.130: see Table A1-a). Furthermore, it should be noted that Blasi & De Pol Blasi's (1994) equations were developed to calculate Al contents from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances in K-rich feldspars with $AlSi_3$ composition. Ignoring the iron content, the Al contents of the Itrongay feldspar given in Table A1-a were plotted in Fig. 1 for comparison with other K-rich feldspars from granitic pegmatites.

More recently, Nyfeler *et al.* (1998) investigated Si, Al, and Fe order-disorder in another specimen of Itrongay orthoclase to understand the mechanism of the Ar diffusion through the feldspar structure in view of its importance to K-Ar geochronology. The specimen was several cm in size: the crystal chip selected for microprobe analyses had a surface of 2-5 mm², and appeared to be transparent and homogeneous under the optical microscope. The average composition of the specimen is $(K_{0.95}Na_{0.05})[(Al_{0.95}Fe_{0.05}Si_3)O_8]$, with Na in the range 0.04-0.08 (98% of the analyses showed 0.04 < Na < 0.06) and Fe in the range 0.01-0.05 (98% of the analyses showed 0.04 < Fe < 0.05). Chemically, the Itrongay feldspars investigated by Nyfeler *et al.* (1998) and Kimata *et al.* (1996) differ in their Na contents, and are very similar as regards their Fe contents.

Nyfeler *et al.* (1998) investigated by X-ray diffraction several feldspar fragments from the crystal chip analyzed by the electron microprobe. The fragments were studied in their natural state and after annealing at temperatures up to 950 °C for various periods of time. The lattice constants were determined using a conventional single-crystal diffractometer, and the intensity data were collected by means of a single-crystal diffractometer equipped with a

CCD detector. Complete sets of lattice constants, atomic coordinates and displacement parameters were given for two different crystal fragments, one of them in its natural state (see Table A1-a) and the other after annealing at 900 °C for 672 h (see Table A1-b). For both of them, the individual *T*-O distances were calculated in this work using the ORFFE4 program of Busing *et al.* (1985). Note that the values for the atomic coordinates for *T*1 are inverted with the corresponding data for *T*2 in Table 5 of Nyfeler *et al.* (1998). This section will account for the results concerning the unheated Itrongay feldspar, whereas the results for the annealed specimen will be considered in the section on the Itrongay high sanidine.

Turning to the unheated specimen of Nyfeler *et al.* (1998), the values of *V* and *a* are clearly different from the corresponding values obtained by Kimata *et al.* (1996) for their specimen. As a result, the compositions obtained from *V* and *a* in the former specimen are more sodic than those observed in the latter [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.95 *versus* ~ 0.99: see Table A1-a]: in both specimens, the compositions from *V* and *a* are very close to those determined from microprobe analyses. As with the feldspar of Kimata *et al.* (1996), the specimen of Nyfeler *et al.* (1998) is also free from lattice strain [$N_{Or}(a$: eq. 7) - $N_{Or}(V$: eq. 6) = –0.002: see Table A1-a; D*a* = –0.011 Å].

In both specimens, the corresponding values of *b* and *c* cell edges are very close to each other, and the same applies to the values of the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ (see Table A1-a). The corresponding values of the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances are virtually indistinguishable in both specimens (see Table A1-a). As a result, the data points for the two Itrongay specimens are very close to each other in Fig. 1.

In contrast to the results obtained by Kimata *et al.* (1996), Nyfeler *et al.* (1998) found that Fe is enriched in the *T*1 site, as shown by the structural-chemical formula $(K_{0.95}Na_{0.05})[(Al_{0.662}Fe_{0.05}Si_{1.288})^{T1}(Al_{0.288}Si_{1.712})^{T2}O_8]$. In this formula, the *T*-site occupancies for Al + Fe^{3+} and for Si were obtained by Nyfeler *et al.* (1998) from the average value of t1 calculated from (a) *b* and *c* cell edges and (b) $\langle T\text{-O}\rangle$ distances, using equations (10a) and (5) of Kroll & Ribbe (1983), respectively. The atomic proportion of Fe = 0.05, obtained from microprobe analyses (see above), was distributed between the *T*1 and *T*2 sites by an empirical method based on the values of the electron-density difference observed and calculated for the *T*1 site and for the *T*2 site (see also the section on Itrongay high sanidine).

As observed in the section on the Spencer C orthoclase, a value of 2t1 = 0.68 may correspond to the inception of the tweed texture in K-rich feldspars. Therefore, the Itrongay feldspars investigated by Kimata *et al.* (1996) and Nyfeler *et al.* (1998), with 2t1 = 0.71 from ·*T*-OÒ distances (see Fig. 1 and Table A1-a), could actually be orthoclase specimens.

Further studies are needed on Itrongay K-rich feldspar to ascertain its maximum iron content, and the possibility that iron orders, or not, in the *T* sites, and also occurs in the form of submicroscopic exsolution. Eventually, a thorough knowledge of the relationship between iron behavior and structural state would be helpful to clarify the ordering process in ferriferous K-rich feldspar and genetic aspects of the pegmatite at Itrongay.

Rabb Canyon sanidine. Keefer & G.E. Brown (1978) refined the crystal structures of a sanidine and a high albite coexisting in partially coherent cryptoperthitic intergrowth in a rare example of quenched pegmatite at Rabb Canyon, Grant County, New Mexico, U.S.A. In fact, in the Rabb Park complex, a hypabyssal intrusive rhyolite porhyry carries a cognate suite of quenched fragments of incompletely crystallized granite, aplite, and pegmatite (cf. O'Brient, 1986).

Keefer & G.E. Brown (1978) reported that the Rabb Canyon cryptoperthite forms clear, colorless crystals about 1 cm across, which occur in a matrix of coarsely crystalline quartz. TEM observations showed a fine-scale lamellar texture, with the orientation of the exsolution interface near (601). The lamellar thickness of the dominant K-rich phase is ~ 1000 Å, and that of the Na-rich phase ~ 500 Å. The K-rich phase is an untwinned sanidine, whereas the Na-rich phase is a Pericline-twinned high albite with twin lamellae ~ 50 Å wide. The bulk composition determined by electron microprobe is $Or_{51}Ab_{48}An_{0.1}$ mol%.

As regards the structure of the Rabb Canyon high albite, see the relevant section.

Turning to the Rabb Canyon sanidine, the values of $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and Al contents (see Table A1-a and Fig. 1) indicate appreciable Si,Al ordering, which is consistent with that inferred from the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ (see Table A1-a). The specimen is slightly strained, as indicated by the difference $N_{Or}(a$: eq. 5) – $N_{Or}(V$: eq. 4) = 0.047 (see Table A1-a) and by a value of Δa = 0.078 Å. Direct K,Na site refinement gave a value of N_{Or} = 0.65, which contrasts with the N_{Or} contents from *V* in the range 0.84-0.82 (see Table A1-a). Blasi & De Pol Blasi (1994) contended that N_{Or} = 0.65 is an underestimated composition because N_{Or} values from *V* are much higher, and the specimen is not so strained as to justify such a discrepancy of values. Blasi & De Pol Blasi (1994) also observed that: (1) the crystal structure of the Rabb Canyon sanidine is virtually identical to that of the Eifel sanidine #7002, an unstrained feldspar of composition N_{Or} = 0.85 studied by Phillips & Ribbe (1973); (2) the $\langle M\text{-O}\rangle$ distance and, in particular, the individual *M*-O*A*2 distance of the Rabb Canyon sanidine indicate highly potassic composition; (3) the N_{Or} values estimated by Keefer & G.E. Brown (1978) using the method of Robin (1974) and that of Tullis (1975) are 0.92 and 0.79, respectively.

To clarify the situation, Blasi & De Pol Blasi (1994) extensively investigated K,Na site refinement in a K-rich feldspar of well-known composition: the Pikes Peak microcline 7813C (see the relevant section). They explored several models of M-site refinement, and found that the resulting compositions tend to be underestimated unless the particular procedures described are adopted.

Buck Claim adularia. Ferguson *et al.* (1991) refined the crystal structures of four specimens of adularia from an Archean granitic pegmatite at the Buck Claim, Bernic Lake, Manitoba, Canada.

The pegmatite is of the complex (Li, Rb, Cs)-enriched type, petalite subtype (see Černý, 1989). The adularia occurs in open fractures on drusy surfaces in the massive quartz core of the pegmatite, closely associated with more abundant carbonate-rich apatite crystals. The feldspar

crystals, up to 0.25 mm across, show the Felsöbanya-Maderaner habit of adularia described by Černý & Chapman (1986) and are iron-oxide-stained but otherwise colorless. The four crystals used in structure determination were selected from specimen Buck-18 (see Černý & Chapman, 1984). They were denoted by Ferguson *et al.* (1991) as Buck-18-I, -II, -III, and -IV.

Microprobe analyses performed by Ferguson *et al.* (1991) on specimens Buck-18-I and -IV, as well as on four other crystals from specimen Buck-18, yielded exceptionally pure compositions, consistent with Or_{100} mol%. Similar compositions are also expected for specimens Buck-18-II and -III, because the N_{Or} contents from V and a are very high in all four Buck Claim specimens (see Table A1-a).

In the diagram of b and c cell edges, the representative point for specimen Buck-18-IV plots along the low microcline - high sanidine join of the quadrilateral of alkali feldspars, towards the corner for high sanidine. In the same diagram, the representative points for specimens Buck-18-I, -II, and -III lie outside the above quadrilateral, near the corner for high sanidine (Ferguson *et al.*, 1991, Fig. 1; also Blasi & De Pol Blasi, 1994, Fig. 2). The three specimens Buck-18-I, -II, and -III deserve careful attention. Specimens Buck-18-I and -III lie on iso-$\Delta(bc)$ or iso-$\Delta(b^*c^*)$ straight lines (see Blasi, 1977, for their definition; also Blasi & De Pol Blasi, 1994, Fig. 2) which are just outside the quadrilateral of alkali feldspars. Specimens Buck-18-II and -III lie on iso-Or(bc) or iso-Or(b^*c^*) straight lines (see Blasi, 1977, for their definition; also Blasi & De Pol Blasi, 1994, Fig. 2) which are rather far from the quadrilateral of alkali feldspars.

The above observations allow proper comparison of all four specimens Buck-18-I, -II, -III, and -IV to be made in terms of the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ (see Table A1-a) and the strain index Δa. In terms of $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$, specimen Buck-18-I [$\Delta(bc) = 0.492$ and $\Delta(b^*c^*) = 0.486$] and specimen Buck-18-III [$\Delta(bc) = 0.472$ and $\Delta(b^*c^*) \doteq 0.469$] show strong Si,Al disorder with anomalous Al contents. By contrast, specimen Buck-18-II [$\Delta(bc) = \Delta(b^*c^*) = 0.518$] shows strong Si,Al disorder with normal Al contents, and specimen Buck-18-IV [$\Delta(bc) = 0.615$ and $\Delta(b^*c^*) = 0.617$] appears to be much more ordered. In terms of Δa, specimen Buck-18-II (Δa = -0.080 Å) and specimen Buck-18-III (Δa = -0.069 Å) show the reverse strain described by Blasi *et al.* (1984a). By contrast, specimen Buck-18-I (Δa = -0.028 Å) and specimen Buck-18-IV (Δa = -0.003 Å) are in a normal range.

The three specimens Buck-18-I, -II, and -III are not unique in their extreme Si,Al disorder. The occurrence of other specimens of adularia with compositions close to the pure end-member $KAlSi_3O_8$ was documented in granitic pegmatites and hydrothermal non-alpine vein deposits by Černý & Chapman (1984; 1986). Their investigations, by X-ray powder diffractometry and infrared absorption spectrometry, showed unusually high Si,Al disorder in these specimens. Another adularia, the Eagle Harbor specimen of Stewart & Wright (1974), also shows b and c values in the range of the corresponding data obtained by »ern_ & Chapman (1984; 1986) from their specimens. The behavior of b and c, as well as b^* and c^*, in all the specimens of adularia investigated by Stewart & Wright (1974), Černý Chapman (1984; 1986), and Ferguson *et al.* (1991) was displayed by Blasi & De Pol Blasi (1994) in their Fig. 2.

Among all these specimens of adularia, those of Ferguson *et al.* (1991) were the sole feldspars used in structure determination. The R values in the four crystals are in the range 0.042-0.058 (Table A1-a). Ferguson *et al.* (1991) attributed these high R values to the poor quality of their specimens, which optically show a strong wavy extinction. The ⟨T-O⟩ distances indicate that the adularia Buck-18-IV is the most ordered specimen among the four crystals studied (Table A1-a): its representative point plots, in Fig. 1, very close to the Rabb Canyon sanidine of Keefer & G.E. Brown (1978). The representative points for specimens Buck-18-II and -III plot, in Fig. 1, approximately half-way between the representative points for specimen Buck-18-IV and specimen Buck-18-I, which is the most disordered specimen.

Ribbe (1994: caption to Fig. 6a) observed that all four refinements by Ferguson *et al.* (1991) show considerably larger than expected ⟨T2-O⟩ and ⟨⟨T-O⟩⟩ values. This statement derives from the fact that in Fig. 6a of Ribbe (1994) the ⟨T1-O⟩ distance was plotted for each Buck Claim specimen *versus* the ⟨⟨T-O⟩⟩ distance, instead of the ⟨T2-O⟩ distance. The ⟨T2-O⟩ and ⟨⟨T-O⟩⟩ distances are normal for specimens Buck-18-II, -III, and -IV: the ⟨T2-O⟩ distance in specimen Buck-18-I is slightly larger (within 2s) than the ⟨T1-O⟩ distance (see Table A1-a).

For the three most disordered specimens Buck-18-I, -II, and -III, Blasi & De Pol Blasi (1994, p. 68) observed: "It is surprising that the most ordered* specimen in terms of T-O distances appears to be the least ordered* in terms of lattice constants" (*misprinted as disordered in the original paper). This statement is justified by a comparison of 2t1 values, obtained from ⟨T-O⟩ distances, and the values of the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ for the three most disordered specimens [Buck-18-I: 2t1 = 0.479, $\Delta(bc)$ = 0.492 and $\Delta(b^*c^*)$ = 0.486; Buck-18-II: 2t1 = 0.533, $\Delta(bc)$ = $\Delta(b^*c^*)$ = 0.518; Buck-18-III: 2t1 = 0.555, $\Delta(bc)$ = 0.472 and $\Delta(b^*c^*)$ = 0.469].

For the sake of completeness, in specimen Buck-18-IV it is 2t1 = 0.613, $\Delta(bc)$ = 0.615 and $\Delta(b^*c^*)$ = 0.617. To sum up: in terms of ⟨T-O⟩ distances, Si,Al order decreases from specimen Buck-18-IV to -III, -II, -I, whereas in terms of cell parameters Si,Al order decreases from specimen Buck-18-IV to -II, -I, -III.

Blasi & De Pol Blasi (1994, p. 65) observed that the major uncertainties in the choice of reference values of lattice constants for the alkali feldspar end-members occur in the case of high sanidine. This is due to the occurrence of specimens like those investigated by Stewart & Wright (1974), Černý & Chapman (1984; 1986), and Ferguson *et al.* (1991), which plot outside the quadrilateral of alkali feldspars (see Blasi & De Pol Blasi, 1994: Fig. 2). Such specimens pose severe problems, and their crystal structure should be determined carefully in order to verify whether the Al contents obtained from ⟨T-O⟩ distances are consistent with those determined from metric properties. A clear example of inconsistency is that displayed by specimen Buck-18-III, which shows "anomalous" metric properties when compared with ⟨T-O⟩ distances that are within a normal range for high sanidine.

Teertstra *et al.* (1998) confirmed that the composition of the Buck-18-I adularia is close to that of the end-member $KAlSi_3O_8$, and observed that the metric and structural data of this specimen may be taken as the most reasonable values for Or_{100} end-member high sanidine.

Indeed, the Buck-18-I specimen of adularia is of great value, because it demonstrates that essentially complete Si,Al disorder can be found in natural K-rich feldspars. However, it is worth investigating further to clarify subtle details of its crystal structure, e.g., ⟨*T*2-O⟩ distance slightly greater than the ·*T*1-OÒ distance. It would be desirable to know whether the Buck Claim feldspars show the diffuse extra diffractions *hkl* with (*h* + *k*) odd, which commonly occur in specimens of adularia.

As regards the conditions of formation of the Buck Claim specimens, Černý & Chapman (1984) and Ferguson *et al.* (1991) accepted as the likely origin that proposed by Foord & Martin (1979) and Martin (1982) for late high-sanidine overgrowths occurring in pockets from granitic pegmatites in the Pikes Peak batholith, Colorado, U.S.A. Foord & Martin (1979) and Martin (1982) suggested that these pockets were subjected to "pressure quenching", i.e., sudden decrease in *P*(fluid), with consequent rapid nucleation and crystal growth of a highly disordered K-rich feldspar phase. According to Ferguson *et al.* (1991; also Černý & Chapman, 1984; Černý, 1994) the extreme Si,Al disorder in the Buck Claim specimens was preserved metastably because the low-temperature hydrothermal precipitation of high sanidine adularia was not followed by the action of any subsequent order-promoting agents.

Room-temperature crystal structures of pre-heated K-rich feldspars

Itrongay high sanidine. As mentioned earlier (see the section on the Itrongay orthoclase used in structure determination at room temperature), Nyfeler *et al.* (1998) investigated by X-ray diffraction several crystal fragments from the Itrongay orthoclase after annealing at temperatures up to 950 °C for various periods of time. The lattice constants, atomic coordinates and displacement parameters, however, were presented only for one of these feldspar fragments, which was annealed at 900 °C for 672 h. The fragment is different from that investigated by Nyfeler *et al.* (1998) in its natural state, but both specimens were isolated from the same crystal chip.

The compositions from *V* and *a* of the annealed K-rich feldspar are definitely more sodic than those of the unheated specimen [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.90 *versus* ~ 0.95: see Table A1-b and Table A1-a]. This suggests that an exsolved Na-rich phase was resorbed during heating. The absence of lattice strain in the unheated specimen [$N_{Or}(a$: eq. 7) - $N_{Or}(V$: eq. 6) = –0.002 and Δa = –0.011 Å: see the section on the Itrongay orthoclase investigated at room temperature], indicates that the Na-rich phase might be microperthitic rather than cryptoperthitic. By contrast, Nyfeler *et al.* (1998) reported that their specimen showed optical homogeneity. In the annealed Itrongay orthoclase, the difference $N_{Or}(a$: eq. 5) - $N_{Or}(V$: eq. 4) becomes 0.006 and the Δa value changes to –0.040 Å. Note that negative Δa values seem to be an idiosyncratic feature in heated K-rich feldspars (see the section on the Bedford high sanidine).

The *R* values in the annealed specimen are slightly higher than those in the unheated specimen (see Table A1-b and Table A1-a). The ⟨*T*-O⟩ distances indicate that the heat-treatment produced a high sanidine, with strong but not complete Si,Al disorder [2t1 = 0.545(6): Table A1-b]. Note that the values of $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$, 0.511 and 0.519, respectively (Table A1-b), are consistent with rather stronger Si,Al disorder. In Fig. 1, the representative point of the Itrongay high sanidine plots between that for the Spencer C high sanidine and that for the Buck-18-III adularia.

Nyfeler *et al.* (1998) found that prolonged heating at 900 °C renders Fe equally distributed between the *T*1 and *T*2 sites according to the structural-chemical formula $(K_{0.95}Na_{0.05})[(Al_{0.523}Fe_{0.025}Si_{1.452})^{T1}(Al_{0.427}Fe_{0.025}Si_{1.548})^{T2}O_8]$. In this formula, the *T*-site occupancies were obtained as described for the unheated specimen investigated at RT by Nyfeler *et al.* (1998) (see the section on Itrongay orthoclase). Note that this formula does not take into account the fact that K,Na homogenization also occurred, as documented by the N_{Or} contents obtained from cell volume *V*.

Nyfeler *et al.* (1998) also observed that prolonged heating at 900 °C *and* quenching reduce the value of an empirical extinction parameter, which was proposed by Sheldrick (1993) to cover both primary and secondary extinction. The X-ray extinction parameter is an indicator of crystal perfection (see Larson, 1970; also Becker & Coppens, 1974). Thus, Nyfeler *et al.* (1998) deduced that the relatively high values of the extinction parameter in unheated specimens [range: 0.076(3)-0.147(5)] indicate that Itrongay orthoclase crystals are rather ideal, with no pronounced mosaic pattern, whereas the relatively low values of the extinction parameter found after heating *and* quenching [range: 0.012(2)-0.020(2)] suggest that formation of mosaic blocks had to occur.

Nyfeler *et al.* (1998), who investigated Itrongay orthoclase to understand the release of Ar from K-rich feldspar in view of its importance to K-Ar geochronology, concluded that Ar diffusion upon heating is related to *T*-O bond breaking as a result of Si,Al rearrangement.

Spencer C high sanidine. A crystal fragment from the Spencer C orthoclase (see the relevant section) was converted to high sanidine by Cole *et al.* (1949) by heating to 1075 °C for 300 hours.

Cole *et al.* (1949) performed a 3D Fourier refinement of the sanidinized Spencer C orthoclase using intensity data collected by Weissenberg photographs. The *R* value was 0.14, and the ⟨*T*1-O⟩ and ⟨*T*2-O⟩ distances were both equal to 1.642 Å, indicating complete Si,Al disorder.

Later, the intensity data collected by Cole *et al.* (1949) were subjected to 3D least-squares refinement by Ribbe (1963). The *R* value dropped to 0.099, and the values of ⟨*T*1-O⟩ and ⟨*T*2-O⟩ distances became equal to 1.645 and 1.640 Å, respectively. These data, as well as the Al contents calculated therefrom, indicate that the structure is not fully disordered (see Table A1-b). Fig. 1 shows that the sanidinized Spencer C orthoclase is slightly more disordered than the Itrongay orthoclase heated by Nyfeler *et al.* (1998).

The lattice constants adopted by Ribbe (1963) were those determined by Cole *et al.* (1949) using the θ-method of Weisz *et al.* (1948), which gives very high accuracy. The compositions determined from *V* and *a* [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.89: see Table A1-b] are very close to those obtained from the unheated specimen (see Table A1-a). These data confirm that the Spencer C orthoclase is virtually free from exsolved Na-rich phase (see the section on the Spencer C orthoclase). As expected, lattice strain is absent [$N_{Or}(a$: eq. 5) - $N_{Or}(V$: eq. 4) = 0.004: see Table A1-a; Δa = –0.046 Å], as in the unheated Spencer C specimen. Note the negative Δa value, which occurs in many heated K-rich feldspars (see the section on the Bedford high sanidine). The values of the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$, 0.514 and 0.520, respectively, indicate a degree of Si,Al disorder tangibly higher than that estimated from the Al contents calculated from the ⟨*T*-O⟩ distances determined by Ribbe (1963) (2t1 = 0.537: see Table A1-b).

Bedford high sanidine. Blasi *et al.* (1987b) subjected a cleavage fragment of low microcline to dry annealing at 1050 °C for 200 days, followed by quenching to room temperature. The fragment was isolated from a hand specimen of perthitic coarsely cross-hatched low microcline from a granitic pegmatite occurring in the Bedford County pegmatite district, Virginia, U.S.A.

The original K-rich feldspar material of bulk composition $Or_{78.3}Ab_{21.1}An_{0.3}Cn_{0.1}Rbf_{0.2}Srf_{0.0}$ mol% was purified by Blasi *et al.* (1984a) to $Or_{90.7}Ab_{8.8}An_{0.1}Cn_{0.2}Rbf_{0.2}Srf_{0.1}$ mol% by magnetic and gravity separation: both bulk compositions were determined by flame photometry (Na and K) and X-ray fluorescence spectrometry (all other elements). Blasi *et al.* (1984a) used the purified feldspar material in dry-heating experiments at 1050 °C for periods of time up to 150 days to produce a K-rich feldspar disordering series. The conversion of low microcline to high sanidine proceeded via a one-step disordering process. Microprobe analyses of the K-rich phase of the unheated material yielded $Or_{92.9}Ab_{6.5}An_{0.1}Cn_{0.3}Rbf_{0.2}Srf_{0.1}$ mol%, and those of the extreme end-member of the disordering series gave $Or_{90.5}Ab_{9.2}An_{0.1}Cn_{0.2}Rbf_{0.1}Srf_{0.0}$ mol%. As a result of K,Na homogenization, the latter composition is very close to that determined by flame photometry and X-ray fluorescence spectrometry. The unheated feldspar material gave $N_{Or}(V$: eq. 3) = 0.947, $N_{Or}(V$: eq. 8) = 0.949, $N_{Or}(a$: eq. 9) = 0.960, Δa = 0.012 Å, $\Delta(bc)$ = 0.997, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.993, $\Delta(\alpha\gamma)$ = 1.003, and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ = 1.003; the most disordered material gave $N_{Or}(V$: eq. 1) = 0.923, $N_{Or}(V$: eq. 4) = 0.897, $N_{Or}(a$: eq. 5) = 0.903, Δa = -0.039 Å, $\Delta(bc)$ = 0.504, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.511 (for uniformity, N_{Or} values and structural indicators were recalculated from original data, as indicated in the section on methods). Thesa data indicate that the unheated material was slightly perthitic and free from lattice strain. The most disordered material was an essentially fully disordered and chemically homogeneous high sanidine: its N_{Or} values are very close to the bulk composition determined by flame photometry and X-ray fluorescence spectrometry.

The crystal fragment used in structure refinement by Blasi *et al.* (1987b) was isolated from the same unheated purified feldspar material as that studied by Blasi *et al.* (1984a). Single-crystal X-ray photographs showed that, after annealing, the crystal fragment was transformed into an untwinned homogeneous *C*2/*m* K-rich feldspar showing sharp diffraction maxima. The metric properties are close to those determined from X-ray powder diffractometer data for the extreme end-member of the disordering series prepared by Blasi *et al.* (1984a).

The compositions determined from *V* and *a* [the average of $N_{Or}(V)$ values is ~ 0.90: see Table A1-b] are very close to the bulk composition of the purified feldspar material determined by flame photometry and X-ray fluorescence spectrometry, as a result of K,Na homogenization produced by heat-treatment. As expected, the difference $N_{Or}(a$: eq. 5) - $N_{Or}(V$: eq. 4) = –0.002 (see Table A1-b) and the value of Δa = –0.060 Å are consistent with absence of lattice strain. Note that many heated K-rich feldspars, including the Itrongay and Spencer C specimens (see the relevant sections), tend systematically to show negative Δa values. The effect, designated reverse strain by Fenn & G.E. Brown (1977), is not yet completely understood (see discussion in Blasi *et al.*, 1984a). The values of the structural indicators $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$, 0.504 and 0.512, respectively, indicate almost complete Si,Al disorder (see Table A1-b).

The structure refinement of the sanidinized Bedford low microcline performed by Blasi *et al.* (1987b) led to very low *R* values (*R* 0.022 and *wR* 0.024, see Table A1-b), with ⟨*T*1-O⟩ = 1.643 and ⟨*T*2-O⟩ = 1.640 Å. These data indicate a degree of Si,Al disorder tangibly higher than that achieved by the sanidinized Spencer C orthoclase of Ribbe (1963). Thus, the Bedford sanidine represents the most disordered specimen among heated K-rich feldspars. This can also be seen by the position of its representative point in Fig. 1. Note that the value of 2t1 = 0.523, calculated from the ⟨*T*1-O⟩ distance, is very close to the above-mentioned values of $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ (see Table A1-b).

The results obtained by Blasi *et al.* (1984a, 1987b) demonstrate that the achievement of complete disorder in dry-annealing experiments is a more sluggish process than expected, with important implications for alkali feldspar mineralogy. The occurrence in nature of specimens of high sanidine such as the adularia Buck-18-I of Ferguson *et al.* (1991) represents an exceptional example of extreme Si,Al disorder in highly metastable conditions (see also the section on the Buck Claim adularia).

Low-temperature crystal structures of natural K-rich feldspars

Prilep low microcline at 163 K. A crystal fragment (0.09 × 011 × 0.18 mm) extracted from the same specimen of Prilep microcline as that studied by Strob (1983) (see the relevant section) was subjected to structure refinement by Phillips *et al.* (1988) at 294 (*R* 2.0%) and 163 K (*R* 1.9%) in order to investigate the room-temperature phase transition described by Openshaw *et al.* (1979a, 1979b), Wyncke *et al.* (1981), and Brown *et al.* (1984; also Smith & Brown, 1988, p. 75 and p. 162) for low microcline. The results obtained by Phillips *et al.* (1988), which were not published in detail, would not be consistent with the inferred room-temperature phase transition in low microcline (see also Ribbe 1994, p. 10).

Itrongay orthoclase at 121 K. This section will account for the structural behavior of the Itrongay orthoclase investigated at 121 K by Kimata *et al.* (1996). For results on the same crystal fragment studied at 296 K by the same authors, see the relevant section.

Kimata *et al.* (1996) observed a strong anisotropic contraction of the structure at 121 K: cell edge *a* decreases from 8.600 Å at 296 K to 8.574 Å at 121 K, the β angle increases from 116.03° at 296 K to 116.07° at 121 K, and cell edges *b* and *c* show little variation. As a result, cell volume *V* decreases from 722.9 $Å^3$ at 296 K to 720.2 $Å^3$ at 121 K. In these circumstances, the N_{Or} contents in Table A1-c are meaningless because they also reflect the contraction of *V* and *a*. In this specimen, an additional effect on *V* and *a* is due to the presence of iron content (see the section on the Itrongay specimen investigated at room temperature). The values of Δ(*bc*) and Δ(*b**c**), 0.684 and 0.649, respectively, with a somewhat high difference of 0.035, bracket the values of Δ(*bc*) and Δ(*b**c**), 0.670 and 0.674, respectively, observed in the Itrongay orthoclase investigated by Kimata *et al.* (1996) at room temperature (see Tables A1-c and A1-a).

The *R* values are higher at 121 K: *R* 0.028 at 296 K *versus* 0.044 at 121 K, and *wR* 0.028 at 296 K *versus* 0.042 at 121 K. The ⟨*T*1-O⟩ distance increases from 1.655 Å at 296 K to 1.660 Å at 121 K, whereas the ⟨*T*2-O⟩ distance shows little variation (see Table A1-a and Table A1-c). The ⟨K-O⟩ distance decreases from 2.986 Å at 296 K to 2.969 Å at 121 K. The apparent expansion of the ⟨*T*1-O⟩ distance at 121 K may be due to reduction in the swinging-arm effect in response to decreased thermal motion; see the section on reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars for information on the swinging-arm effect. Obviously, the reduction in this effect also influences the Al contents derived from ⟨*T*-O⟩ distances. As a result, the position of the representative point of the Itrongay specimen at 121 K in Fig. 1 is apparently consistent with a degree of Si,Al order higher than that displayed by the representative point of the same specimen at 296 K.

A linear extrapolation of the displacement parameter *B* for the K atom at 0 K showed that there is a finite intercept of $B = 0.3$ $Å^2$. According to Kimata *et al.* (1996), the intercept is evidence of zero-point motion that would not depend on thermal energy but might reflect static Si,Al disorder or dynamic energy resulting from collision of K and O atoms during data collection under the Earth's gravity.

Room-temperature crystal structures of natural Na-rich feldspars

Ramona low albite. The specimen, denoted as No. 29, is a low albite from a suite of plagioclase feldspars given by R.C. Emmons to W.H. Taylor, and comes from a cavity in an albitized pegmatite at Little Three mine, Ramona, San Diego County, California, U.S.A. (Ferguson *et al.*, 1958; also Emmons *et al.*, 1953). Detailed investigations on the mineralogy and genetic aspects of the Little Three pegmatites were provided by Stern *et al.* (1986) and Foord *et al.* (1989). Many of the old references can be found in these two papers.

Emmons *et al.* (1953) reported a complete wet chemical analysis for the Ramona albite indicating that the specimen is a nearly pure $NaAlSi_3O_8$. From this chemical analysis, Ferguson *et al.* (1958) calculated a composition of $Or_{1.0}Ab_{98.5}An_{0.5}$ mol%. The lattice constants determined by Ferguson *et al.* (1958) are given in Table A2-a. The values of N_{Or} calculated from *V* and *a* are in close agreement with the chemical composition. As expected, given the non-perthitic character of most low albite crystals, these data are consistent with the absence of lattice strain due to coherency between exsolved phases. The values of the structural indicators obtained from the Δ method indicate a highly ordered Si,Al distribution. This, however, appears to be somewhat anomalous, because the values of the structural indicators obtained from cell angles are definitely higher than those obtained from cell edges: pertinent interrelationships among Al contents estimated from the structural indicators Δ(*bc*), Δ(*b**c**), Δ(αγ), and Δ(α*γ*) can be seen in Fig. 4 of Blasi & Blasi De Pol (1977). Ferguson *et al.* (1958) determined the crystal structure of the Ramona albite by means of 2D Fourier projections parallel to all three axes: the *R* values were in the 0.080-0.093 range. The study showed that the Ramona albite is highly ordered (⟨*T*1*o*-O⟩ = 1.742, ⟨*T*1*m*-O⟩ = 1.590, ⟨*T*2*o*-O⟩ = 1.636, ⟨*T*2*m*-O⟩ = 1.616 Å), and the electron-density distribution of the Na atom is largely anisotropic.

Later, Ribbe *et al.* (1969) subjected the Weissenberg intensity data collected by Ferguson *et al.* (1958) to a 3D least-squares refinement. The *R* value dropped to 0.068, and the new ⟨*T*-O⟩ distances (see Table A2-a) approximate to those determined by X-ray counter techniques in specimens of low albite (see, for instance, the data for Amelia low albite in Table A2-a). The Al contents determined from ⟨*T*-O⟩ distances evidence a behavior similar to that observed above for the structural indicators derived from lattice constants. Indeed, the value of t1o - t1m is tangibly higher than that of t1o + t1m (see Fig. 2): this seems to be an idiosyncratic feature of low albite that should be further investigated.

Ribbe *et al.* (1969) also confirmed the anisotropy of the Na atom. They explored split-atom models to see whether the anisotropy can be interpreted in terms of space-average for a half-atom model or a quarter-atom model, rather than in terms of time-average of a single Na atom giving rise to anisotropic displacements.

The quarter-atom model was discarded virtually from the outset, because even the half-atom model was at the limit of resolution. In the half-atom model, the single anisotropic Na atom was replaced by two isotropic half-atoms separated by 0.36 Å along the direction of the maximum electron-density distribution in the single-atom model.

On the basis of the experimental data available, the general conclusion reached by Ribbe *et al.* (1969) on the Na atom anisotropy was rather uncertain. In the end, their position was in favor of the time-average interpretation of the Na-atom anisotropy.

The interpretation proposed by Ribbe *et al.* (1969) was confirmed by Quareni & Taylor (1971), and, more recently, by the findings of Winter *et al.* (1979) and Smith *et al.* (1986) (see the section on the Ramona low albite at 93 K and that on Amelia low albite at 13 K).

Amelia low albite. Harlow & G.E. Brown (1980) carried out a crystal structure investigation on an Amelia low albite by X-ray and neutron diffraction methods at room temperature.

The low albite investigated occurs as a cleavelandite in a pegmatite from the Rutherford mines, near Amelia, Amelia County, Virginia, U.S.A. It is a water-clear specimen, known for its high chemical and phase purity (Waldbaum & Robie, 1971; also Sinkankas, 1968; Deer *et al.*, 1975, Table 13).

The specimen, supplied by D.R. Waldbaum, was also used by Harlow & G.E. Brown (1980) to obtain lattice constants from X-ray powder diffractometer data (Table A2-a). Later, Smith *et al.* (1986) carried out a neutron diffraction study at 13 K on the same feldspar material (see the relevant section).

Microprobe analysis reported on by Harlow & G.E. Brown (1980) yielded a composition of $Or_{0.6}Ab_{99.3}An_{0.1}$ wt% (see also the section on Amelia monalbite), which is in close agreement with the values of N_{Or} obtained from V and a (Table A2-a). As with most specimens of low albite, these data indicate that the Amelia albite is non-perthitic and, therefore, free from lattice strain due to coherency between exsolved phases. The structural indicators obtained from lattice constants indicate that the Amelia Albite is essentially fully ordered. Unlike the Ramona albite, the values of the structural indicators obtained from cell angles in the Amelia Albite are only very slightly higher than those obtained from cell edges (see Table A2-a).

Comparison of the crystal structures determined from X-ray and neutron data shows that the positional parameters are essentially identical, whereas slight differences occur in the displacement parameters (e.g., the values of equivalent isotropic temperature factors, B, for T and Na sites from neutron data are higher than those from X-ray data).

The values of $\langle T\text{-O}\rangle$ distances from X-ray and neutron data are very close to each other, and indicate essentially complete Si,Al order with more Al in $T2o$ or in $T2m$ site than in $T1m$ site (see Table A2-a). In other words, the values of t1o - t1m are higher than those of t1o + t1m (see Fig. 2), a feature already noticed also in the crystal structure of the Ramona albite at room temperature (see the preceding section). Refinement of T-site occupancies from X-ray data was not successful. Al contents from refinement of the neutron scattering lengths indicate almost complete Si,Al ordering with no Al in $T2o$ and $T2m$ sites: unlike Al-content data from $\langle T\text{-O}\rangle$ distances, it is, therefore, (t1o - t1m) < (t1o + t1m), i.e. 0.935 *versus* 1.005 (see Table A2-a).

Considering that all the data on the Amelia albite are consistent with essentially complete Si,Al order or so, the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances, obtained from X-ray and neutron data, can be used to estimate the Al-O and Si-O distances in Na-rich feldspars (see the relevant section).

Harlow & G.E. Brown (1980) found that the relationship between $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and Al contents from neutron diffraction data (Amelia low albite; Himalaya orthoclase: Prince *et al.*, 1973; Eifel low sanidine: G.E. Brown *et al.*, 1974) is best fulfilled by a 3rd-order polynomial.

Harlow & G.E. Brown (1980) made an analysis of the displacement of the Na atom in low albite: time-average *versus* space-average behavior, which was the subject of discussion for years. They compared the single-atom (time-average) model with the half-atom (space-average) model, and found that the single-atom model yields a smaller weighted R factor for both the neutron and the X-ray data. This is in agreement with the findings of Winter *et al.* (1977), who demonstrated that the values of the displacement parameter B for the Na atom in specimens of low albite studied at 93 to 1243 K yield a linear extrapolation to zero at 0 K, indicating that real thermal motion is the cause of the large Na site anisotropy.

Rabb Canyon high albite. This is the Pericline-twinned Na-rich phase coexisting in partially coherent cryptoperthitic intergrowth with a sanidine in a quenched pegmatite from Rabb Canyon, Grant County, New Mexico, U.S.A. (see the section on Rabb Canyon sanidine).

The cryptoperthite was investigated by Keefer & G.E. Brown (1978), who determined the crystal structures of the individual phases. The Rabb Canyon high albite is a unique example of natural highly disordered albite used in structure determination. However, as will be shown below, there were severe problems with structure refinement.

Keefer & G.E. Brown (1978) made structure refinements of the high albite using half-atom and quarter-atom models (see the section on Amelia high albite). These models were not satisfactory, and the single-atom model was adopted with an alkali site occupancy fixed at $Na_{0.8}K_{0.2}$. Unlike the R factors in the sanidine (R = 0.029 and wR = 0.039), the R factors in the high albite were rather high (R = 0.083 and wR = 0.096). Keefer & G.E. Brown (1978) attributed these high values to the difficulties encountered in measuring the high-albite intensities. The amount of high albite was rather small in the crystal fragment investigated, and any interference on intensity data from the coexisting sanidine was amplified. Lattice strain may be another source of error, because it may vary within each albite lamella producing the high displacement parameters observed. Note that each lamella is also Pericline-twinned with twin lamellae ~ 50 Å wide, which may further complicate the shape of diffraction peaks.

The values of the $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and the Al contents in Table A2-a indicate appreciable Si,Al ordering. The values of $\langle T1o\text{-O}\rangle$ and $\langle T1m\text{-O}\rangle$ distances are virtually identical, and those of $\langle T2o\text{-O}\rangle$ and $\langle T2m\text{-O}\rangle$ distances are very close to each other. In space group $C\bar{1}$, this configuration corresponds to a structural state close to that of analbite (t1o = t1m ≥ t2o = t2m) and approximates to a two-step ordering trend (see Fig. 2).

By contrast, the metric properties in Table A2-a are consistent with almost complete Si,Al disorder. Note that the difference between $\Delta(bc)$ and $\Delta(b^*c^*)$ values is 0.141, an abnormally high value, that, according to Blasi (1980), may indicate that unit-cell parameters conceal errors.

Lattice strain in the Na-rich phase (Δa = -0.234 Å) of the Rabb Canyon cryptoperthite is much higher that in the K-rich phase (Δa = 0.078 Å). These data are confirmed by the contrasting values of N_{Or} from V and a (see Table A2-a and Table A1-a). This is in agreement with the high proportion of the sanidine phase in the crys-

tal (mole fractions: 0.68 from X-ray scale-factor refinement and 0.67 from TEM image).

K,Na site refinement in the high albite failed to produce a chemically reasonable composition. This was determined by mass balance using the sanidine composition, the mole fraction of the sanidine in the crystal, and the bulk composition of the crystal (see the section on Rabb Canyon sanidine) as $Or_{22}Ab_{78}$. Note that cell volume V gives N_{Or} values in the 0.12-0.14 range (Table A2-a).

Room-temperature crystal structures of pre-heated Na-rich feldspars

Amelia high albite. The specimen, denoted as No. 31 in the suite of feldspars described by Emmons *et al.* (1953), is a low albite from a pegmatite from the Rutherford mines, near Amelia, Amelia County, Virginia, U.S.A. (see also the section on Amelia low albite). The data from a complete wet chemical analysis reported on by Emmons *et al.* (1953) were used by Ferguson *et al.* (1958) to calculate a composition of $Or_{1.6}Ab_{97.7}An_{0.7}$ mol%.

Ferguson *et al.* (1958) heated a few fragments of the Amelia low albite at 1065 °C for 16 days. After cooling, optical measurements and X-ray powder diffraction data showed that the material has been transformed into high albite. Most of the fragments appeared to be twinned polysynthetically. A fragment free from twinning was subjected to single-crystal X-ray investigation. The N_{Or} contents calculated from V are in close agreement with the chemical composition, whereas the N_{Or} value obtained from a is anomalous. The metric properties are consistent with a highly disordered Si,Al distribution. However, the difference $\Delta(bc) - \Delta(b^*c^*) = -0.040$ (see Table A2-b) is anomalous for a high albite, and, according to the findings of Blasi (1980), this may imply that the lattice constants conceal errors: an unexpected event in this specimen, considering that the lattice constants were measured by the "θ-method" of Weisz *et al.* (1948), which, in principle, gives very high accuracy. On the other hand, the $\Delta(bc) - \Delta(b^*c^*)$ difference evidences different behavior in other specimens of high albite investigated at room temperature [e.g., Prewitt *et al.*, 1976: synthetic high albite: $\Delta(bc) = 0.498$ and $\Delta(b^*c^*) = 0.494$; Winter *et al.*, 1979: Tiburon high albite: $\Delta(bc) = 0.502$ and $\Delta(b^*c^*) = 0.492$].

The structure analysis performed at RT by means of 2D Fourier projections parallel to all three axes gave R values in the 0.14-0.19 range. The results obtained by Ferguson *et al.* (1958) showed that the crystal structure of the Amelia high albite is highly disordered ($\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.652$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.639$, $\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.642$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.647$ Å) and that the electron-density distribution of the Na atom is much more strongly anisotropic than in low albite.

Later, Ribbe *et al.* (1969) used the Weissenberg intensity data of Ferguson *et al.* (1958) to perform a 3D least-squares refinement. The R value reduced to 0.082, and the new $\langle T\text{-O}\rangle$ distances in Table A2-b are in close agreement with those determined by X-ray counter techniques in specimens of high albite at RT (Prewitt *et al.*, 1976: synthetic high albite: $\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.646$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.641$, $\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.641$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.642$ Å; Winter *et al.*, 1979: Tiburon high albite: $\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.649$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.642$, $\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.640$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.642$ Å). The $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and the derived Al contents in the Amelia high albite indicate that the effect of heating produced strong, but not complete, Si,Al disorder (see Table A2-b and Fig. 2).

Ribbe *et al.* (1969) confirmed that the degree of anisotropy of the Na atom is much stronger in high than in low albite. The simplest interpretation of the electron-density distribution in terms of time-average of a real anisotropic displacement of a single Na atom was considered quite unrealistic in high albite. The single-atom model was therefore discarded, and an interpretation in terms of space-average for split-atom models, i.e. the half-atom and quarter-atom models, was explored.

In the half-atom model, the single anisotropic Na atom is replaced by two isotropic half-atoms, separated by 0.61 Å along the direction of the elongation of the displacement ellipsoid in the single-atom model.

In the quarter-atom model, the Na atom is replaced by four isotropic quarter-atoms, which are nearly collinear along the direction of the maximum anisotropy in the single-atom model and symmetrical about the mean position; the two outermost and the two innermost quarter-atoms being separated by ~ 0.9 and ~ 0.2 Å, respectively.

The quarter-atom model was the split-atom model that best fitted the experimental data. The evidence in high albite of an average structure poses the problem as to the Na atom anisotropy represents a random space-average or a faulted domain-average. In the latter case, bipartite, quadripartite and multipartite unit cells with faulted domains could be taken into account. In the case of high albite, Ribbe *et al.* (1969) concluded that the anisotropy of the Na atom probably corresponds to a space-average of a quadripartite-multipartite structure with faulted domains.

More recent studies by Prewitt *et al.* (1976) on synthetic high albite confirmed the validity of the quarter-atom model, but found no evidence of domain texture. On the other hand, Winter *et al.* (1979) found the quarter-atom model to be inadequate (see the section on Amelia monalbite).

High-temperature crystal structures of pre-heated Na-rich feldspars

Amelia monalbite. Duba & Piwinskii (1974) annealed a fragment of an Amelia low albite at 1080 °C for 21 days, at 1100 °C for 50 days, and at 1111 °C for 62 days. After quenching, the specimen displayed fine lamellar twinning on the Albite law. A precession study by Okamura & Ghose (1975a) showed that the pairs of dif- fraction spots for Albite twinning merged to a single spot at 930 °C, indicating that the specimen inverted to monalbite.

Winter *et al.* (1979) re-investigated the same Amelia specimen as that studied by Okamura & Ghose (1975a). The composition of the Amelia albite reported on by Winter *et al.* (1979) is $Or_{0.6}Ab_{99.3}An_{0.1}$. Actually, this composition was determined with an electron micro-

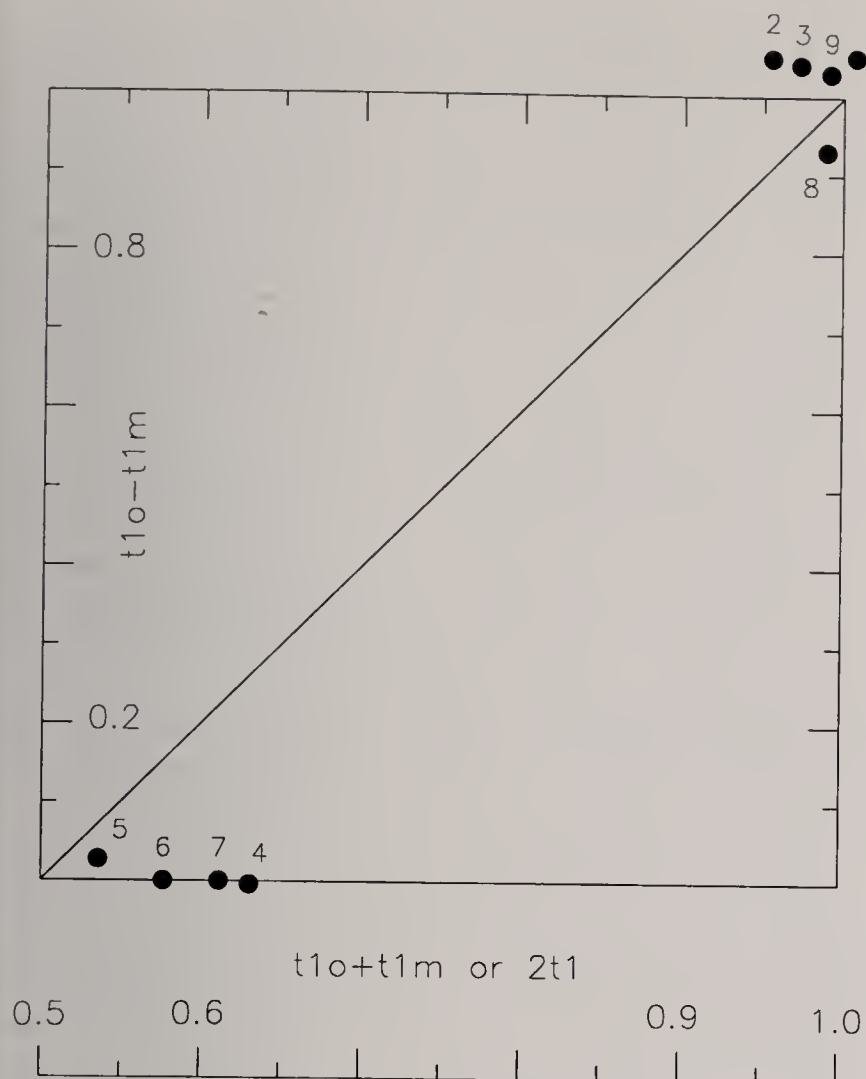



Fig. 2 - Relation between sum and difference of Al contents in $T1o$ and $T1m$ sites, i.e. t1o + t1m and t1o - t1m, in specimens of Na-rich feldspar from granitic pegmatites used in structure refinements. The values of t1o + t1m (in the case of triclinic simmetry) or 2t1 (in the case of monoclinic simmetry) and t1o - t1m were obtained from ⟨T-O⟩ distances following the procedure developed by Blasi & De Pol Blasi (1994, eqs. 18 and 19) and using the reference values for Al-O and Si-O given in the relevant section of this work. *Room-temperature crystal structures of natural specimens*: 1 Ramona low albite (Ribbe *et al.*, 1969); 2 and 3 Amelia low albite X-ray and neutron data, respectively (Harlow & G.E. Brown, 1980); 4 Rabb Canyon high albite (Keefer & G.E. Brown, 1978). *Room-temperature crystal structures of pre-heated specimens*: 5 Amelia high albite (Ribbe *et al.*, 1969). *High temperature crystal structures of pre-heated specimens*: 6 and 7 Amelia monalbite at 980 and 1060 °C, respectively (Winter *et al.*, 1979). *Low-temperature crystal structures of natural specimens*: 8 Ramona low albite at 93 K (Williams & Megaw, 1964); 9 Amelia low albite neutron data at 13 K (Smith *et al.*, 1986).

probe by Prewitt *et al.* (1976) using another Amelia albite specimen, and is, surprisingly, the same as that reported on by Harlow & G.E. Brown (1980) for their Amelia albite specimen (see the section on Amelia low albite). For the sake of comparison, reference should be made to 9 chemical analyses of Amelia albite reported by Deer *et al.* (1975).

Winter *et al.* (1979) confirmed the inversion temperature at 930 °C by means of a single-crystal diffractometer equipped with a Polaroid land film cassette. Next, they began with a collection of intensity data at 1060 °C, which was discontinued after collecting 430 diffractions because of failure of the furnace. The results of the structure refinement were published along with the data from a structure refinement already performed by Okamura & Ghose (1975b) on the same specimen at 980 °C. We contend that the structure refinement at 1060 °C should be disregarded for the following reasons: (1) the number of diffractions used in structure refinement is very small, (2) the R factors are comparable to those obtained for the refinement at 980 °C, but the individual σ values appear to be clearly biased, (3) the value of the grand mean T-O distance is abnormally low [⟨⟨T-O⟩⟩ = 1.6369(18) Å], (4) the value of the displacement parameter B for the Na atom is exceedingly high (B = 15.8 Å^2) when compared with the corresponding value in the structure at 980 °C (B = 12.0 Å^2), (5) the value of ⟨T1-O⟩ distance and that of t1 are anomalous compared with the corresponding values for refinement at 980 °C (Table A2-c), (6) the value of t1 + t2 is abnormally low (Table A2-c).

Winter *et al.* (1979) reported that the Amelia specimen annealed by Duba & Piwinskii (1974) was unsuitable for structure analysis at room temperature because of twinning. In the absence of data measured at RT, the values of lattice constants of the Amelia specimen at 980 °C (Table A2-c) might be compared with the corresponding values for the ideal high albite (analbite) (see data in Table 5 of Blasi & De Pol Blasi, 1994). At 980 °C, there is strong expansion of the structure with an increase in cell edges a (from ~ 8.159 Å at RT to 8.274 Å at 980 °C), b (from ~ 12.872 Å at RT to 12.991 Å at 980 °C), and c (from ~ 7.109 Å at RT to 7.144 Å at 980 °C), and a decrease in the cell angles a (from ~ 93.52° at RT to 90.06° at 980 °C), β (from ~ 116.42° at RT to 116.13° at 980 °C), and γ (from ~ 90.26° at RT to 90.05° at 980 °C). The cell volume V increases from ~ 666.9 Å^3 at RT to 689.4 Å^3 at 980 °C.

With reference to the room-temperature position of the ideal high albite (analbite) in a diagram of b *vs.* c, the representative point for the Amelia monalbite moves roughly towards the high-sanidine corner, in a direction that is tangibly outside the quadrilateral joining the reference points for the alkali feldspar end-members and corresponds approximately to Trend I of Brown *et al.* (1984). The structural indicators derived from the Δ method yield "impossible" Al contents (see Table A2-c). Note that in the Amelia low albite studied at 13 K by Smith *et al.* (1986), the Δ method gives a Si,Al distribution that is consistent with that estimated from ⟨T-O⟩ distances (see the relevant section). In both specimens, the variations in b and c cell edges are coupled, with some deviation from the ideal coupling, which needs no change in Δ(bc) values in a bc plot, in response to changes in temperature. The deviation from the ideal coupling is higher in the Amelia monalbite, and this explains its anomalous values of Δ(bc) and Δ(b*c*) (see Table A2-c). Further studies are needed to ascertain whether the deviation of b and c cell edges from the ideal coupling in monalbite at high temperatures is confirmed.

The N_{Or} contents for the Amelia monalbite in Table A2-c are meaningless: they merely reflect the strong expansion of cell edge a and cell volume V.

The deviations observed between the values of the ⟨T-O⟩ distances (see Table A2-c) and the value of the grand mean T-O distance [⟨⟨T-O⟩⟩ = 1.6419(5) Å] indicate apparent appreciable Si,Al ordering, which is estimated by the values of the derived Al contents in Table A2-c. This behavior corresponds to a two-step ordering trend in the Amelia monalbite (see Fig. 2). Note, however, that the swinging-arm effect at high temperatures influences appreciably the ⟨T-O⟩ distances and the de-rived Al contents

(see the section on reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars for information on the swinging-arm effect).

The Na atom is 9-fold coordinated and lies, along with the O*A*2 oxygen atom, in the mirror plane. The remaining oxygen atoms form a distorted cube obeying the mirror plane. The displacement parameter *B* for the Na atom in the Amelia monalbite follows the trend observed in the specimens of high albite used in structure refinement at high temperatures by Prewitt *et al.* (1976: synthetic high albite) and Winter *et al.* (1979: Tiburon high albite). The latter showed that *B*(Na) for all these specimens did not extrapolate to zero at 0 K, indicating that some static spatial disorder must occur. This was attributed by Winter *et al.* (1979) to differences in the local Si,Al configurations produced by Si,Al disorder. According to Winter *et al.* (1979), previous interpretations restricting the number of such configurations to four and assuming isotropic Na-quarter atoms (Ribbe *et al.*, 1969; Prewitt *et al.*, 1976) are not adequate.

The specimens of high albite investigated by Prewitt *et al.* (1976) and Winter *et al.* (1979) did not invert to monalbite at high temperatures. The high albite studied by Prewitt *et al.* (1976) is a synthetic specimen $Or_{0.5}Ab_{98.3}An_{1.2}$ annealed at 1060 °C for 40 days. The high albite studied by Winter *et al.* (1979) was obtained by annealing a metamorphic low albite $Or_{0.25}Ab_{99.75}$ An_0 from the Tiburon Peninsula, Marin County, California, U.S.A., at 1080 °C for 60 days.

Using relevant structural data at various temperatures, Winter *et al.* (1979) extrapolated an inversion temperature for the Tiburon specimen in the 1050-1075 °C range and for the synthetic high albite in the 1105-1110 °C range. According to Winter *et al.* (1979), the different inversion temperatures for these specimens may depend on differences in the degree of Si,Al disorder induced by different annealing treatments.

Undoubtedly, the Amelia monalbite was subjected to stronger annealing treatment before X-ray examination at high temperatures. Thus, the specimen shows glassy rinds indicating that partial melting occurred during annealing. Unfortunately, the structure of the Amelia monalbite before inversion is not available. It could be an analbite, which would have rendered easier the inversion to monalbite.

Low-temperature crystal structures of natural Na-rich feldspars

Ramona low albite at 93 K. Williams & Megaw (1964) made an X-ray 2D study of a Ramona low albite and a synthetic high albite at 93 K. The low albite from the Ramona pegmatite, San Diego County, California, U.S.A., was the same as that used by Ferguson *et al.* (1958) and Ribbe *et al.* (1969) in structure determination at room temperature (see the relevant section). The investigation was undertaken to see whether the anisotropy of the Na atom persisted down to a low temperature. The results were inconclusive and the data in Table A2-d should be considered of historical value. Note, however, that the values of ⟨*T*-O⟩ distances and Al contents derived therefrom are not far from the expected ones (see Table A2-d and Fig. 2).

Quareni & Taylor (1971) re-refined the data collected by Williams & Megaw (1964) for the Ramona low albite at 93 K, and used them along with their 2D data at 293, 573, and 873 K on a low albite from Schmirntal, Tyrol, Austria, to perform extrapolations of the displacement parameter *B versus* temperature. They found that the extrapolations for Na, Al, and Si atoms gave values of *B* very close to zero at 0 K, whereas the extrapolation for the oxygen atoms give $B > 0$ at 0 K. They concluded that the marked anisotropy of the Na atom at room temperature is due to anisotropic thermal vibration, not to positional disorder.

Later, the data re-refined for the Ramona albite were incorporated by Winter *et al.* (1977) in their extrapolation of *B*(Na) to 0 K in low albite. In addition to Quareni & Taylor's (1971) data, the new extrapolation includes the data of Winter *et al.* (1977) obtained from the Tiburon low albite investigated at 773, 1023, 1243 K as well as the data for another specimen of Tiburon albite investigated at room temperature by Wainwright & Starkey (1969: see also Table 1). Winter *et al.* (1977) obtained a reasonably good linear fit for all data, which extrapolate to zero at 0 K, within error limits. These results confirm the pioneering investigation by Quareni & Taylor (1971), indicating that the Na anisotropy is the result of thermal vibration about a single point. The final confirmation of these findings was obtained from a neutron diffraction study carried out by Smith *et al.* (1986) on an Amelia low albite at 13 K (see the next section).

Amelia low albite at 13 K. Smith *et al.* (1986) determined the crystal structure of an Amelia low albite at 13 K by neutron diffraction. The specimen was provided by G.E. Harlow and G.E. Brown, who made an X-ray and neutron diffraction study of the Amelia low albite at room temperature (Harlow & G.E. Brown, 1980) (see the relevant section).

Comparison of the neutron data at room temperature and at 13 K shows a strong contraction of the structure, with a decrease in cell edges *a* (from 8.142 Å at RT to 8.115 Å at 13 K) and *b* (from 12.785 Å at RT to 12.762 Å at 13 K), and an increase in the β angle (from 116.61° at RT to 116.80° at 13 K), while *c*, α, and γ show little variation. The cell volume *V* decreases from 664.5 Å^3 at RT to 659.8 Å^3 at 13 K.

With reference to the room-temperature position of the ideal low albite in a plot of *b vs. c*, the representative point for the Amelia low albite at 13 K moves nearly parallel to the *b* axis, outside the quadrilateral of the alkali feldspar end-members. Note that this point follows a path opposite to that for Trend I of Brown *et al.* (1984; see also Smith & Brown, 1988, pp. 156-157), whereas the representative point for the Amelia monalbite studied by Winter *et al.* (1979) at high temperatures follows Trend I (see the relevant section). In the Amelia low albite at 13 K, the values of Δ(*bc*) and Δ(*bc*) - Δ(*b***c**), 1.024 and 0.044, respectively (see Table A2-d), are somewhat higher than the corresponding values observed in specimens of low albite at room temperature. However, the degree of Si,Al order evaluated by the Δ method is consistent with that estimated from ⟨*T*-O⟩ distances (see Table A2-d). This does not occur in the Amelia monalbite of Winter *et al.* (1979), for the reasons explained in the relevant section.

The N_{Or} contents in Table A2-d are meaningless: they also depend on the contraction of *V* and *a*. In addition, the discrepancy between N_{Or} contents from *V* [N_{Or}(*V*: eq. 3) - N_{Or}(*V*: eq. 8) = - 0.046: Table A2-d] is anomalous, and reflects the different behavior of the relevant equations developed by Kroll *et al.* (1986) and Hovis (1986). The composition from Na site refinement gave 0.972(1), a value lower than that expected by ~ 3%.

The values of ⟨*T*1*o*-O⟩, ⟨*T*1*m*-O⟩, ⟨*T*2*o*-O⟩, and ⟨*T*2*m*-O⟩ distances at 13 K are slightly higher than the corresponding data obtained by Harlow & G.E. Brown (1980) from neutron data at room temperature (see Table A2-d and Table A2-a). This may be due to reduction in the swinging-arm effect, which is minimized near zero kelvin: see also the section on reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars. The values of ⟨*T*1*o*-O⟩ and ⟨*T*1*m*-O⟩ distances at 13 K are also higher than the corresponding values obtained by Harlow & G.E. Brown (1980) from X-ray data at room temperature. The behavior of ⟨*T*1*o*-O⟩ and ⟨*T*1*m*-O⟩ distances accounts for the different positions of the representative points of the three specimens of Amelia low albite in Fig. 2. The position of the representative point of the Amelia low albite at 13 K may also be due to the fact that the relevant Al contents do not suffer from the swinging-arm effect that affects the other two specimens. The ⟨*T*1*m*-O⟩, ⟨*T*2*o*-O⟩, and ⟨*T*2*m*-O⟩ distances at 13 K as well as those at room temperature, from either neutron or X-ray data, are consistent with more Al in *T*2*o* or in *T*2*m* site than in *T*1*m* site: this seems to be an idiosyncratic feature of low albite. Refinement of *T*-site occupancies from neutron data indicates essentially complete Si,Al ordering at 13 K (but with some excess Si in *T*1*m*, *T*2*o*, and *T*2*m* sites: see Table A2-d), and almost complete Si,Al ordering at room temperature (see Table A2-a). In principle, the three specimens of Amelia low albite in Fig. 2 are excellent candidates for use to determine reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars (see the relevant section). However, the specimen investigated by Smith *et al.* (1986) will not be employed for the reason explained in that section.

The environment of the Na atom at 13 K is similar to that observed at room temperature. The Na atom is surrounded by 9 oxygen atoms: 5 of them are the nearest neighbors and form an irregular deltahedron composed of triangular faces. At 13 K, however, the linkages between Na and the 5 nearest oxygen atoms become stronger than those at room temperature. Indeed, with reference to the neutron data from Harlow & G.E. Brown (1980), the 5 nearest neighbors are at distances of 2.36 to 2.61 Å at 13 K, and 2.37 to 2.67 Å at room temperature, while the other oxygen atoms are at distances of 2.97 to 3.45 Å at 13 K, and 2.96 to 3.47 Å at room temperature. Displacement of the Na atom, either at 13 K or at room temperature, is represented by a single ellipsoid elongated in the direction of more distant oxygen atoms.

Linear extrapolation of the displacement parameter *B* for the Na atom at 0 K yields a positive intercept of $B = 0.5$ Å^2. The extrapolations of *B* for *T* and O atoms also give positive intercepts at 0 K. Thus, the displacement of the Na atom was interpreted by Smith *et al.* (1986) as being indicative of zero-point motion rather than of multiple centers-of-motion. This is in agreement with earlier findings by Quareni & Taylor (1971) and Winter *et al.* (1977), which suggest that the large anisotropy of the Na atom observed at room temperature is essentially due to a single center-of-motion (see the preceding section).

Smith *et al.* (1986) observed that the relationship between *T*-O distances and stereochemical factors is complex, and could be interpreted more properly by using data obtained at low temperature because the swinging-arm effect is minimized near zero kelvin: however, the stereochemical interpretation of the *T*-O distances from low-temperature data of the Amelia low albite and other framework structures with essentially complete Si,Al ordering in tetrahedral sites was not found to be adequate when considering the first neighbors alone.

Reference values for Al-O and Si-O distances in alkali feldspars

The determination of Al contents from *T*-O distances in alkali feldspars (see Blasi & De Pol Blasi, 1994, pp. 70-76) needs a careful knowledge of reference values for Al-O and Si-O distances. These values can be estimated from *T*-O distances in specimens of low microcline and low albite that are considered to be fully ordered.

Table 1 presents the *R* and *wR* factors, the mean *T*-O distances ⟨*T*1*o*-O⟩, ⟨*T*1*m*-O⟩, ⟨*T*2*o*-O⟩, and ⟨*T*2*m*-O⟩, the grand mean *T*-O distance, ⟨⟨*T*-O⟩⟩, the mean Al-O and Si-O distances, ⟨Al-O⟩ and ⟨Si-O⟩, and the difference Δ = ⟨Al-O⟩ - ⟨Si-O⟩ for specimens of low microcline and low albite used in structure determinations. The ⟨Al-O⟩ distance is assumed to be equal to the ⟨*T*1*o*-O⟩ distance, and the ⟨Si-O⟩ distance to the average of the 12 individual *T*-O distances in the *T*1*m*, *T*2*o*, and *T*2*m* tetrahedra.

In Table 1, all the specimens of low microcline are from granitic pegmatites, except the Pontiskalk microcline, which is an authigenic feldspar from a limestone of the Pontiskalk formation at Pontis, Switzerland. Among the specimens of low albite, the Ramona and Amelia specimens are from granitic pegmatites; the Tiburon albite is from a vein in glaucophane schists; the Cazadero albite is from a vein in the blueschists from the Franciscan formation at Cazadero, California, U.S.A. The geologic occurrences of Roc Tourné and Crete specimens were not described in the relevant papers. However, these localities, from France and Greece, respectively, are known in the geological literature for the occurrence of authigenic feldspars in carbonate rocks.

Among the specimens of low microcline, the data for the Pellotsalo microcline of B.E. Brown & Bailey (1964) and those for the Pontiskalk microcline of Finney & Bailey (1964) are of lower accuracy. Among the specimens of low albite, half of the specimens presented in Table 1 suggest the following comments. The data for the Ramona albite have been superseded. The Crete albite shows both the ⟨*T*1*o*-O⟩ distance (1.7381(8) Å: see Table 1) and the cell angle γ [87.809(9)°: Downs *et al.* 1994] to be consistent with a degree of Si,Al order slightly smaller than that observed in the other specimens of low albite asterisked in Table 1. Note that the γ angle ranges from 87.67 to 87.68° in the ideal low albite

Table 1. *R* and *wR* factors, mean *T*-O distances, grand mean *T*-O distance, mean Al-O and Si-O distances, and the difference Δ = ⟨Al-O⟩ – ⟨Si-O⟩ for specimens of low microcline and low albite from granitic pegmatites and other geological occurrences.

#	Feldspar	Reference	*R* / *wR*	⟨*T*1*o*-O⟩ / ⟨*T*1*m*-O⟩	⟨*T*2*o*-O⟩ / ⟨*T*2*m*-O⟩	⟨⟨*T*-O⟩⟩	⟨Al-O⟩ / ⟨Si-O⟩	Δ
				ångstroms				
			low microcline					
1	Pontiskalk	Finney & Bailey (1964)	---	1.7348(60)	1.6190(60)	1.64406(300)	1.7348(60)	0.1209(69)
			0.085	1.6133(60)	1.6093(60)		1.6138(35)	
2	Pellotsalo	Brown & Bailey (1964)	0.104	1.7408(24)	1.6105(24)	1.64419(121)	1.7408(24)	0.1288(28)
			---	1.6140(24)	1.6115(24)		1.6120(24)	
3*	Pellotsalo	Blasi *et al.* (1987a)	0.027	1.7378(15)	1.6140(14)	1.64456(68)	1.7378(15)	0.1243(17)
			0.030	1.6128(11)	1.6137(14)		1.6135(8)	
4*	Prilep	Strob (1983)	0.024	1.7385(4)	1.6144(4)	1.64536(19)	1.7385(4)	0.1242(4)
			0.027	1.6134(4)	1.6151(4)		1.6143(2)	
5*	Pikes Peak 7813A	Blasi *et al.* (1984b)	0.033	1.7372(15)	1.6120(15)	1.64469(75)	1.7372(15)	0.1234(17)
			0.033	1.6152(15)	1.6142(15)		1.6138(9)	
6*	Pikes Peak 7813B	Blasi *et al.* (1984b)	0.033	1.7385(15)	1.6152(15)	1.64481(74)	1.7385(15)	0.1249(17)
			0.034	1.6120(14)	1.6135(15)		1.6136(8)	
7*	Pikes Peak 7813C	Blasi & De Pol Blasi	0.016	1.7388(4)	1.6141(4)	1.64525(22)	1.7388(4)	0.1248(5)
	refinement (a)	(1994)	0.018	1.6122(4)	1.6159(4)		1.6141(3)	
8*	Pikes Peak 7813C	Blasi & De Pol Blasi	0.019	1.7391(2)	1.6142(3)	1.64551(13)	1.7391(2)	0.1247(3)
	refinement (b)	(1994)	0.020	1.6129(3)	1.6158(3)		1.6143(2)	
			low albite					
9	Ramona	Ferguson *et al.* (1958);	0.068	1.7457(23)	1.6148(23)	1.64575(115)	1.7457(23)	0.1333(27)
		Ribbe *et al.* (1969)	---	1.6102(23)	1.6122(23)		1.6124(13)	
10	Tiburon†	Wainwright & Starkey	0.045§	1.7399	1.6137	1.64438	1.7399	0.1273
		(1969)¶	---	1.6091	1.6149		1.6126	
11*	Amelia	Harlow & Brown	0.040	1.7422(10)	1.6152(10)	1.64513(50)	1.7422(10)	0.1295(12)
	X-ray data	(1980)	0.035	1.6070(10)	1.6160(10)		1.6127(6)	
12*	Amelia	Harlow & Brown	0.021	1.7429(5)	1.6141(4)	1.64531(21)	1.7429(5)	0.1301(5)
	neutron data	(1980)	0.024	1.6087(4)	1.6156(4)		1.6128(2)	
13	Amelia at 13 K	Smith *et al.* (1986)	0.0223v	1.7433(3)	1.6148(2)	1.64629(12)	1.7433(3)	0.1294(3)
	neutron data		0.0298v	1.6106(2)	1.6165(2)		1.6139(1)	
14*	Cazadero	Wenk & Kroll (1984)	0.0262	1.7410(8)	1.6148(8)	1.64550(38)	1.7410(8)	0.1273(9)
			0.0367	1.6098(8)	1.6165(8)		1.6137(4)	
15*	Roc Tourné†	Armbruster *et al.* (1990)	0.020	1.7422(4)	1.6149(4)	1.64595(20)	1.7422(4)	0.1283(5)
			0.034	1.6103(4)	1.6164(4)		1.6139(2)	
16	Crete†	Downs *et al.* (1994)	0.031	1.7381(8)	1.6156(8)	1.64528(40)	1.7381(8)	0.1238(9)
			0.034	1.6108(8)	1.6166(8)		1.6143(5)	

Note: The ⟨⟨*T*-O⟩⟩ and ⟨Si-O⟩ distances, as well as the difference Δ = ⟨Al-O⟩ − ⟨Si-O⟩, were calculated starting from individual *T*-O distances rather than mean *T*-O distances to avoid truncation and rounding errors. All σ values were calculated from the Law of Propagation of Errors (see Blasi, 1977), with assumptions indicated as (a) and (b) in the section on methods. Estimated standard errors (1σ) are given in parentheses and refer to the last decimal place.

* Specimens employed to obtain the data proposed in this work.

† Individual *T*-O distances were calculated from atomic coordinates using the ORFFE4 program (Busing *et al.*, 1985).

¶ Also Starkey & Wainwright (1970: lattice constants), Smith (1974a, Table 4-1, p. 86: atomic positional parameters), and Winter *et al.* (1977: individual *T*-O distances). Values of σ not available.

§ Starkey & Wainwright (1970) gave *R*=0.044.

v Based on F^2.

[illegible] Blasi & De Pol Blasi, 1994, Table 5). The structure [illegible]ment of the Tiburon albite is thirty years old: the *R* [illegible] (Wainwright & Starkey, 1969) and s values are [illegible]ble. The low values of the three distances ⟨*T*1[illegible]⟩, and ⟨*T*2*m*-O⟩ (average = 1.6126 Å: see Table 1) are not consistent with the relatively low value of the ⟨*T*1*o*-O⟩ distance (1.7399 Å: see Table 1) and the relatively high value of the cell angle g (87.725°: Starkey & Wainwright, 1970). Furthermore, both the ⟨*T*1*o*-O⟩ distance and the g angle of the Tiburon

Table 2. Reference values for the $\langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle^a$ distance, the $\langle\text{Al-O}\rangle^a$ and $\langle\text{Si-O}\rangle^a$ distances, and the difference $\Delta^a = \langle\text{Al-O}\rangle^a - \langle\text{Si-O}\rangle^a$ in low microcline and low albite.

Reference	Sources of data†	$\langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle^a$	$\langle\text{Al-O}\rangle^a$	$\langle\text{Si-O}\rangle^a$	Δ^a
		ångstroms			
		low microcline			
Kroll & Ribbe (1983)¶	1, 2, 4, 5, 6	1.6446	1.738	1.613	0.125
Blasi *et al.* (1987a)	3, 4, 5, 6	1.6449	not given	not given	0.124§
Blasi & De Pol Blasi (1994)	not indicated	---	1.738	1.613	0.125
Ribbe (1994)	not indicated	---	1.738	1.613	0.125
Present work	3, 4, 5, 6, 7, 8	1.6450	1.738	1.614	0.124
		low albite			
Kroll & Ribbe (1983)¶	10, 11, 12, 14	1.6451	1.742	1.613	0.130▿
Blasi *et al.* (1987a)	10, 11, 12, 14	1.6451	not given	not given	0.129
Ribbe (1994)	12, 13	1.6457	1.743	1.613	0.130
Present work	11, 12, 14, 15	1.6455	1.742	1.613	0.129

† Numbers refer to specimens listed in Table 1.
¶ Also Ribbe (1984).
§ Blasi *et al.* (1987a) also considered a value of 0.125 Å.
▿ See Table 2 in Kroll & Ribbe (1983) or in Ribbe (1984).

albite would be consistent with a degree of Si,Al order intermediate between that of the Crete albite and that of the other specimens of low albite asterisked in Table 1. Unlike the other feldspars in Table 1, the Amelia albite at 13 K is virtually free from the swinging-arm effect (see Smith *et al.*, 1986). This effect causes an apparent shrinkage of *T*-O distances with increased thermal vibration, and is minimized near zero kelvin. The effect has been well-known for several decades (e.g., Cruickshank, 1956, 1961; Busing & Levy, 1964; Hazen & Finger, 1982, pp. 82-84; Hazen, 1985; Prince, 1994, p. 132) and was observed in alkali feldspars investigated at high temperatures by several investigators (e.g., Ohashi & Finger, 1974: high sanidine; Prewitt *et al.*, 1976: synthetic high albite; Winter *et al.*, 1977: natural low albite). The swinging-arm effect reduces at room temperature and can still be detected at temperatures between room temperature and zero kelvin, as is the case with the Itrongay orthoclase investigated at 121 K by Kimata *et al.* (1996) (see the relevant section). The swinging-arm effect in feldspars was further discussed by Smith (1974a, p. 58), Harlow & G.E. Brown (1980), and Smith & Brown (1988, p. 37, p. 63, and p. 74). On the basis of a rigid-body thermal analysis, a simple expression was proposed by Downs *et al.* (1992) for correcting bond lengths for thermal vibrations.

Table 2 presents reference values for the $\langle\langle T\text{-O}\rangle\rangle^a$ distance, the $\langle\text{Al-O}\rangle^a$ and $\langle\text{Si-O}\rangle^a$ distances, as well as the difference $\Delta^a = \langle\text{Al-O}\rangle^a - \langle\text{Si-O}\rangle^a$ obtained from specimens in Table 1. The *a* apex means "averaged over more than one specimen": the specimens employed in the averages are indicated in the column "sources of data".

The reference values proposed by Kroll & Ribbe (1983) and Ribbe (1984) for low microcline (see Table 2) are based on five specimens: two of them are the Pellotsalo microcline of B.E. Brown & Bailey (1964) and the Pontiskalk microcline of Finney & Bailey (1964). As mentioned earlier, the data for these two specimens should be disregarded because of their lower accuracy. Note that the values for their ⟨Al-O⟩ distance are 1.7408 and 1.7348 Å, respectively (see Table 1), the first value being abnormally high for a low microcline (Blasi *et al.* 1984b), and the second one being consistent with appreciable residual Si,Al disorder, such as that observed in the Khibiny microcline (see the relevant section and Table A1-a). The average of these two values gives 1.738 Å, which coincides by mere chance with the value obtained from the average of the other three specimens (4, 5, and 6 in Table 2) selected by Kroll & Ribbe (1983) and Ribbe (1984).

The values for $\langle\text{Al-O}\rangle^a$ and $\langle\text{Si-O}\rangle^a$ distances proposed by Kroll & Ribbe (1983) and Ribbe (1984) for low albite (see Table 2) give a difference of $\Delta^a = \langle\text{Al-O}\rangle^a - \langle\text{Si-O}\rangle^a$ of 0.129 Å, whereas the actual value adopted by these authors was 0.130 Å. Blasi *et al.* (1987a), who based their reference values on the same specimens as those used by Kroll & Ribbe (1983) and Ribbe (1984), adopted a $\Delta^a = \langle\text{Al-O}\rangle^a - \langle\text{Si-O}\rangle^a$ value of 0.129 Å. Note that the slightly disordered Tiburon albite was included by Kroll & Ribbe (1983), Ribbe (1984), and Blasi *et al.* (1987a) among the specimens employed to estimate the $\Delta^a = \langle\text{Al-O}\rangle^a - \langle\text{Si-O}\rangle^a$ difference.

More recently, in estimating the values for the $\langle\text{Al-O}\rangle^a$ and $\langle\text{Si-O}\rangle^a$ distances in low albite, Ribbe (1994, p. 6) employed the data for the Amelia albite refined by neutron diffraction at room and low temperatures (see Table 2). This choice would not seem to be appropriate because it puts together data that are affected (Amelia albite at room temperature) and essentially unaffected (Amelia albite at 13 K) by the swinging-arm effect.

The new reference values for $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances presented in Table 2 were estimated from the specimens asterisked in Table 1: the values are 1.738 and 1.614 Å, respectively, for low microcline, and 1.742 and 1.613 Å, respectively, for low albite, the difference $D^a = \langle Al\text{-}O\rangle^a - \langle Si\text{-}O\rangle^a$ being equal to 0.124 and 0.129 Å in low microcline and low albite, respectively. The Amelia low albite refined by neutron diffraction at room temperature was included among the specimens employed to estimate $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances, on the assumption that neutron and X-ray diffraction give similar accuracy for *T*-O distances in alkali feldspar.

In principle, the reference values proposed in this work for the $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances should be employed for estimating the Al contents of the *T* sites in specimens of K- and Na-rich feldspars used in structure determinations at room temperature. This does not rule out the fact that the values for the $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances can be used to determine Al contents in specimens worked at non-ambient temperature. This can be done for the sake of comparison with the corresponding data obtained at room temperature (see the section on methods), bearing in mind that the resulting Al contents are biased to different extents because of the swinging-arm effect.

Hitherto the values chosen for the $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances in alkali feldspars have been based on the rough *T*-O data obtained directly from structure refinements. The individual *T*-O distances could be corrected for swinging-arm effect and other bonding perturbations before calculating the values for $\langle Al\text{-}O\rangle^a$ and $\langle Si\text{-}O\rangle^a$ distances: this procedure of normalization, however, is not without its own difficulties and could introduce other uncertainties.

Conclusions

The results obtained from investigation of pegmatitic alkali feldspars used in structure determination include (1) information on the genetic conditions of the specimen and the host rock, (2) structural details of phase transition in K- and Na-rich feldspars, (3) unraveling of fine aspects of the alkali feldspar structure, such as time-average or space-average behavior of atomic displacements (4) estimate of Al-O and Si-O distances, which can be obtained solely from essentially fully ordered specimens (e.g., low microcline: *Pellotsalo*, 1 specimen, *Prilep*, 1 specimen, *Pikes Peak*, 3 specimens; low albite: *Amelia*, 2 specimens) and are necessary for formulating the procedures for converting $\langle T\text{-}O\rangle$ distances into tetrahedral Al contents in alkali feldspars, (5) structural and metric data from essentially fully ordered (the same above-mentioned specimens) and essentially fully disordered (e.g., high sanidine: *Buck Claim 18-1*, 1 specimen of adularia) alkali feldspars, needed to calibrate diagrams based on metric properties for estimating Si,Al distributions.

Acknowledgments

We wish to thank Federico Pezzotta for his efficient direction of the First International Workshop (honouring Ettore Artini) on Petrology, Rare Minerals and Gemstones of Shallow-Depth Pegmatites, Milan, Italy, September 11 to 13, 1997, sponsored by the Museo Civico di Storia Naturale, Milan. Herbert Kroll kindly provided the data on the Prilep amazonite. Thanks are also due to Mitsuyoshi Kimata for information on the Itrongay orthoclase at 121 K. Financial support was provided by the Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, Rome, through the project "Relations between structure and properties in minerals: analysis and applications". Laboratory facilities and further funding were provided by the Institution with which the authors are associated and by the Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Milan.

References

Armbruster Th., Bürgi H.B., Kunz M., Gnos E., Brönnimann St. & Lienert Ch., 1990 - Variation of displacement parameters in structure refinements of low albite. *American Mineralogist*, 75: 135-140.

Bailey S.W., 1969 - Refinement of an intermediate microcline structure. *American Mineralogist*, 54: 1540-1545.

Bailey S.W. & Taylor W.H., 1955 - The structure of a triclinic potassium felspar. *Acta Crystallographica*, 8: 621-632.

Bambauer H.U., Krause C. & Kroll H., 1989 - TEM-investigation of the sanidine/microcline transition across metamorphic zones: the K-feldspar varieties. *European Journal of Mineralogy*, 1: 47-58.

Becker P.J. & Coppens P., 1974 - Extinction within the limit of validity of the Darwin transfer equations. I. General formalisms for primary and secondary extinction and their application to spherical crystals. *Acta Crystallographica*, A30: 129-147.

Beherens H., Klein J. & Hafner S.S., 1995 - Iron bearing aggregates in potassium rich alkali feldspars. *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft*, 1: 23 (abstr.).

Blasi A., 1977 - Calculation of *T*-site occupancies in alkali feldspar from refined lattice constants. *Mineralogical Magazine*, 41: 525-526.

Blasi A., 1980 - Different behavior of D(*bc*) and D(*b**c**) in alkali feldspar. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 138: 109-121.

Blasi A. & Blasi De Pol C., 1977 - Role and convenience of lattice elements for deriving Si,Al distribution in alkali feldspar. *Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 33: 497-509.

Blasi A., Brajkovic A. & De Pol Blasi C., 1984a - Dry-heating conversion of low microcline to high sanidine via a one-step disordering process. *Bulletin de Minéralogie*, 107: 423-435.

Blasi A., Brajkovic A., De Pol Blasi C., Foord E.E., Martin R.F. & Zanazzi P.F., 1984b - Structure refinement and genetic aspects of a microcline overgrowth on amazonite from Pikes Peak batholith, Colorado, U.S.A. *Bulletin de Minéralogie*, 107: 411-422.

Blasi A. & Blasi De Pol C., 1980 - Highly ordered triclinic K-feldspars from Mt. Pélago anatexites (Argentera Massif, Maritime Alps). *Bulletin de Minéralogie*, 103: 209-216.

Blasi A. & Blasi De Pol C., 1994 - Aspects of alkali feldspar characterization: prospects and relevance to problems outstanding. In: Parsons I. (ed.). Feldspars and their reactions. NATO ASI Series C 421. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht: 51-101.

Blasi A., De Pol Blasi C. & Zanazzi P.F., 1987a - A re-examination of the Pellotsalo microcline: mineralogical implications and genetic considerations. *Canadian Mineralogist*, 25: 527-537.

Blasi A., De Pol Blasi C. & Zanazzi P.F., 1987b - Structure refinement of a high sanidine produced by dry annealing a Bedford low microcline for 200 days at 1050 °C. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 42: 325 (abstr.).

Borutskiy B.Ye., Organova N.I., Marsiy I.M., Simonov M.A. & Zhelezin Ye. P., 1985 - The crystal structures and Si/Al-ordering in adularia and microcline from Khibiny. *International Geology Review*, 27: 746-753. Translated from "Kristal-

licheskiye struktury i Si/Al-uporyadochennost' adulyara i mikroklina iz Khibin", *Izvestiya AN SSSR, seriya geologicheskaya*, 1984, No. 12, pp. 96-103.

BROWN B.E. & BAILEY S.W., 1964 - The structure of maximum microcline. *Acta Crystallographica*, 17: 1391-1400.

BROWN G.E., JR. & EWING R.C., 1986 - Introduction to the Jahns memorial issue. *American Mineralogist*, 71: 233-238.

BROWN G.E., HAMILTON W.C., PREWITT C.T. & SUENO S., 1974 - Neutron diffraction study of Al/Si ordering in sanidine: a comparison with X-ray diffraction data. In: MacKenzie W.S. & Zussman J. (eds). The feldspars. *Manchester University Press*, Manchester: 68-80.

BROWN W.L., OPENSHAW R.E., MCMILLAN P.F. & HENDERSON C.M.B., 1984 - A review of the expansion behavior of alkali feldspars: coupled variations in cell parameters and possible phase transitions. *American Mineralogist*, 69: 1058-1071.

BROWN W.L. & PARSONS I., 1989 - Alkali feldspars: ordering rates, phase transformations and behaviour diagrams for igneous rocks. *Mineralogical Magazine*, 53: 25-42.

BUSING W.R. & LEVY H.A., 1964 - The effect of thermal motion on the estimation of bond lengths from diffraction measurements. *Acta Crystallographica*, 17: 142-146.

BUSING W.R., MARTIN K.O. & LEVY H.A., 1985 - ORFFE4: A Fortran crystallographic function and error program (with modifications by G.M. Brown , C.K. Johnson, and W.E. Thiessen). *Oak Ridge National Laboratory*, Oak Ridge, Tennessee.

CALLEGARI E., DE PIERI R., MEZZACASA G. & PICCIRILLO E.M., 1974 - Potassium feldspars from the igneous rocks of the Adamello Massif (Northern Italy). I. Chemical data. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 31: 1-36.

CARPENTER M.A. & SALJE E.K.H., 1994 - Thermodynamics of nonconvergent cation ordering in minerals: III. Order parameter coupling in potassium feldspar. *American Mineralogist*, 79: 1084-1098.

»ERN_ P., 1982 - Anatomy and classification of granitic pegmatites. In: »ern_ P. (ed.). Granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical Association of Canada, Short Course Handbook*, 8: 1-39.

»ERN_ P., 1989 - Characteristics of pegmatite deposits of tantalum. In: Möller P., »ern_ P. & Saupé F. (eds.). Lanthanides, Tantalum and Niobium. *Springer-Verlag*, Berlin: 195-239.

»ERN_ P., 1994 - Evolution of feldspars in granitic pegmatites. In: Parsons I. (ed.). Feldspars and their reactions. NATO ASI Series C 421. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht: 501-540.

»ERN_ P. & CHAPMAN R., 1984 - Paragenesis, chemistry and structural state of adularia from granitic pegmatites. *Bulletin de Minéralogie*, 107: 369-384.

»ERN_ P. & CHAPMAN R., 1986 - Adularia from hydrothermal vein deposits: extremes in structural states. *Canadian Mineralogist*, 24: 717-728.

CHAO S.H., HARGREAVES A. & TAYLOR W.H., 1940 - The structure of orthoclase. *Mineralogical Magazine*, 25: 498-512.

COLE W.F., SÖRUM H. & KENNARD O., 1949 - The crystal structures of orthoclase and sanidinized orthoclase. *Acta Crystallographica*, 2: 280-287.

COLVILLE A.A. & RIBBE P.H., 1968 - The crystal structure of an adularia and a refinement of the structure of orthoclase. *American Mineralogist*, 53: 25-37.

COOMBS D.S., 1954 - Ferriferous orthoclase from Madagascar. *Mineralogical Magazine*, 30: 409-427.

CROSBY P., 1971 - Composition and structural state of alkali feldspars from charnockitic rocks of Whiteface Mountain, New York. *American Mineralogist*, 56: 1788-1811.

CRUICKSHANK D.W.J., 1956 - Errors in bond lengths due to rotational oscillations of molecules. *Acta Crystallographica*, 9: 757-758.

CRUICKSHANK D.W.J., 1961 - Coordinate errors due to rotational oscillations of molecules. *Acta Crystallographica*, 14: 896-897.

DAL NEGRO A., DE PIERI R., QUARENI S. & TAYLOR W.H., 1978 - The crystal structures of nine K feldspars from the Adamello Massif (Northern Italy). *Acta Crystallographica*, B34: 2699-2707.

DAL NEGRO A., DE PIERI R., QUARENI S. & TAYLOR W.H., 1980 - The crystal structures of nine K feldspars from the Adamello Massif (Northern Italy): erratum. *Acta Crystallographica*, B36: 3211.

DEER W.A., HOWIE R.A. & ZUSSMAN J., 1975 - Rock-forming minerals. Vol. 4. Framework silicates. *Longman*, London.

DE PIERI R., 1979 - Cell dimensions, optic axial angle and structural state in triclinic K-feldspars of the Adamello Massif (Northern Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, 32: 1-17.

DOWNS R.T., GIBBS G.V., BARTELMEHS K.L. & BOISEN M.B., JR., 1992 - Variations of bond lengths and volumes of silicate tetrahedra with temperature. *American Mineralogist*, 77: 751-757.

DOWNS R.T., HAZEN R.M. & FINGER L.W., 1994 - The high-pressure crystal chemistry of low albite and the origin of the pressure dependency of Al-Si ordering. *American Mineralogist*, 79: 1042-1052.

DUBA A. & PIWINSKII A.J., 1974 - Electrical conductivity of albite. *EOS, Transactions, American Geophysical Union*, 55: 470 (abstr.).

EGGLETON R.A. & BUSECK P.R., 1980 - The orthoclase-microcline inversion: a high-resolution transmission electron microscope study and strain analysis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 74: 123-133.

EMMONS R.C. (ed.), GATES R.M., CLABAUGH S.E., CRUMP R.M., KETNER K.B., MANN VIRGIL, REYNOLDS C.D., SAUNDERS D.F., BRADLEY CHARLES & LYONS E.J., 1953 - Selected petrogenic relationships of plagioclase. *Geological Society of America*, Memoir 52, 142 pp.

ESKOLA P., 1951 - Around Pitkäranta. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, Series A III, 27: 1-90.

FENN P.M. & BROWN G.E., 1977 - Crystal structure of a synthetic, compositionally intermediate, hypersolvus alkali feldspar: evidence for Na,K site ordering. *Zeitschrift für Kristallographie*, 145: 124-145.

FERGUSON R.B., BALL N.A. & »ERN_ P., 1991 - Structure refinement of an adularian end-member high sanidine from the Buck Claim pegmatite, Bernic Lake, Manitoba. *Canadian Mineralogist*, 29: 543-552.

FERGUSON R.B., TRAILL R.J. & TAYLOR W.H., 1958 - The crystal structures of low-temperature and high-temperature albites. *Acta Crystallographica*, 11: 331-348.

FINNEY J.J. & BAILEY S.W., 1964 - Crystal structure of an authigenic maximum microcline. *Zeitschrift für Kristallographie*, 119: 413-436.

FITZ GERALD J.D., PARISE J.B. & MACKINNON I.D.R., 1986 - Average structure of an An_{48} plagioclase from the Hogarth Ranges. *American Mineralogist*, 71: 1399-1408.

FOORD E.E., 1977 - Famous mineral localities: The Himalaya dike system, Mesa Grande district, San Diego County, California. *Mineralogical Record*, 8: 461-474.

FOORD E.E. & MARTIN R.F., 1979 - Amazonite from the Pikes Peak batholith. *Mineralogical Record*, 10: 373-384.

FOORD E.E., SPAULDING L.B., JR., MASON R.A. & MARTIN R.F., 1989 - Mineralogy and paragenesis of the Little Three mine pegmatites, Ramona District, San Diego County, California. *Mineralogical Record*, 20: 101-127.

FOORD E.E., STARKEY H.C. & TAGGART J.E., JR., 1986 - Mineralogy and paragenesis of "pocket" clays and associated minerals in complex granitic pegmatites, San Diego County, California. *American Mineralogist*, 71: 428-439.

GOLDSMITH J.R. & LAVES F., 1961 - The sodium content of microclines and the microcline-albites series. *Cursillos y Conferencias del Instituto "Lucas Mallada"*, 8: 81-96.

HARLOW G.E. & BROWN G.E., JR., 1980 - Low albite: an X-ray and neutron diffraction study. *American Mineralogist*, 65: 986-995.

HAZEN R.M., 1985 - Comparative crystal chemistry and the polyhedral approach. In: Kieffer S.W. & Navrotsky A. (eds.). Microscopic to macroscopic. Atomic environments to mineral thermodynamics. *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 14: 317-346.

HAZEN R.M. & FINGER L.W., 1982 - Comparative crystal chemistry. Temperature, pressure, composition and the variation of crystal structure. *John Wiley & Sons*, Chichester.

HOFMEISTER A.M. & ROSSMAN G.R., 1983 - Color in feldspars. In: Ribbe P.H. (ed.). Feldspar mineralogy (2nd edition). *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 2: 271-280.

HOFMEISTER A.M. & ROSSMAN G.R., 1984 - Determination of Fe^{3+} and Fe^{2+} concentrations in feldspar by optical absorption and EPR spectroscopy. *Physics and Chemistry of Minerals*, 11: 213-224.

HORSKY S.J. & MARTIN R.F., 1977 - The anomalous ion-exchange behavior of "ordered" orthoclase. *American Mineralogist*, 62: 1191-1199.

HOVIS G.L., 1986 - Behavior of alkali feldspars: Crystallographic properties and characterization of composition and Al-Si distribution. *American Mineralogist*, 71: 869-890.

JAHNS R.H., 1954 - Pegmatites of southern California. In: Geolo-

gy of southern California. *California Division Mines Bulletin*, 170, Chapter 7: 37-50 (not seen; extracted from Prince *et al.*, 1973).
Jahns R.H., 1982 - Internal evolution of pegmatite bodies. In: »ern_ P. (ed.). Granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical Association of Canada, Short Course Handbook*, 8: 293-327.
Jahns R.H. & Burnham C.W., 1969 - Experimental studies of pegmatite genesis: I. A model for the derivation and crystallization of granitic pegmatites. *Economic Geology*, 64: 843-864.
Jones J.B. & Taylor W.H., 1961a - The structure of orthoclase. *Cursillos y Conferencias del Instituto "Lucas Mallada"*, 8: 33-36.
Jones J.B. & Taylor W.H., 1961b - The structure of orthoclase. *Acta Crystallographica*, 14: 443-456.
Keefer K.D. & Brown G.E., 1978 - Crystal structures and compositions of sanidine and high albite in cryptoperthitic intergrowth. *American Mineralogist*, 63: 1264-1273.
Kimata M., Saito S., Shimizu M., Iida I. & Matsui T., 1996 - Low-temperature crystal structures of orthoclase and sanidine. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 171: 199-213.
Kroll H. & Knitter R., 1991 - Al,Si exchange kinetics in sanidine and anorthoclase and modeling of rock cooling paths. *American Mineralogist*, 76: 928-941.
Kroll H., Krause C. & Voll G., 1991 - Disordering, re-ordering and unmixing in alkali feldspars from contact-metamorphosed quartzites. In: Voll G., Töpel J., Pattison D.R.M., Seifert F. (eds.). Equilibrium and kinetics in contact metamorphism. The Ballachulish igneous complex and its aureole. *Springer-Verlag*, Berlin: 267-296.
Kroll H. & Ribbe P.H., 1983 - Lattice parameters, composition and Al,Si order in alkali feldspars. In: Ribbe P.H. (ed.). Feldspar mineralogy (2nd edition). *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 2: 57-99.
Kroll H. & Ribbe P.H., 1987 - Determining (Al,Si) distribution and strain in alkali feldspars using lattice parameters and diffraction-peak positions: A review. *American Mineralogist*, 72: 491-506.
Kroll H., Schmiemann I. & von Cölln G., 1986 - Feldspar solid solutions. *American Mineralogist*, 71: 1-16.
Larson A.C., 1970 - The inclusion of secondary extinction in least-squares refinement of crystal structures. In: Ahmed F.R. (ed.). Crystallographic computing. *Munksgaard*, Copenhagen: 291-294.
Laves F., 1950 - The lattice and twinning of microcline and other potash feldspars. *Journal of Geology*, 58: 548-571.
Laves F., 1951 - A revised orientation of microcline and its geometrical relation to albite and cryptoperthites. *Journal of Geology*, 59: 510-511.
Laves F., 1952 - Phase relations of the alkali feldspars. II. The stable and pseudo-stable phase relations in the alkali feldspar system. *Journal of Geology*, 60: 549-574.
London D., 1986 - Formation of tourmaline-rich gem pockets in miarolitic pegmatites. *American Mineralogist*, 71: 396-405.
Martin R.F., 1974 - Controls of ordering and subsolidus phase relations in the alkali feldspars. In: MacKenzie W.S. & Zussman J. (eds). The feldspars. *Manchester University Press*, Manchester: 313-336.
Martin R.F., 1982 - Quartz and the feldspars. In: »ern_ P. (ed.). Granitic pegmatites in science and industry. *Mineralogical Association of Canada, Short Course Handbook*, 8: 41-62.
McConnell J.D.C., 1965 - Electron optical study of effects associated with partial inversion in a silicate phase. *Philosophical Magazine*, 11: 1289-1301.
McLaren A.C. & Fitz Gerald J.D., 1987 - CBED and ALCHEMI investigation of local symmetry and Al,Si ordering in K-feldspars. *Physics and Chemistry of Minerals*, 14: 281-292.
Nord G.L., Jr., 1992 - Imaging transformation-induced microstructures. In: Buseck P.R. (ed). Minerals and reactions at the atomic scale: transmission electron microscopy. *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 27: 455-508.
Nyfeler D., Armbruster T. & Villa I.M., 1998 - Si, Al, Fe order-disorder in Fe-bearing K-feldspar from Madagascar and its implications to Ar diffusion. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 78: 11-20.
O'Brient J.D., 1986 - Preservation of primary magmatic features in subvolcanic pegmatites, aplites, and granite from Rabb Park, New Mexico. *American Mineralogist*, 71: 608-624.
Ohashi Y. & Finger L.W., 1974 - Refinement of the crystal structure of sanidine at 25 and 400 °C. *Carnegie Institution of Washington Year Book*, 73: 539-544.
Okamura F.P. & Ghose S., 1975a - Analbite Æ monalbite transition in a heat treated twinned Amelia albite. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 50: 211-216.
Okamura F.P. & Ghose S., 1975b - Crystal structure of monalbite at 980 °C. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 7: 1218 (abstr.).
Openshaw R.E., Hemingway B.S., Robie R.A., Krupka K.M., 1979a - A room-temperature phase transition in maximum microcline. Heat capacity measurements. *Physics and Chemistry of Minerals*, 5: 83-93.
Openshaw R.E., Henderson C.M.B. & Brown W.L., 1979b - A room-temperature phase transition in maximum microcline. Unit cell parameters and thermal expansion. *Physics and Chemistry of Minerals*, 5: 95-104.
Phillips M.W. & Ribbe P.H., 1973 - The structures of monoclinic potassium-rich feldspars. *American Mineralogist*, 58: 263-270.
Phillips M.W., Zhang H. & Kroll H., 1988 - The structure of a natural maximum microcline at 294 K and 163 K: The "room-temperature" phase transition revisited. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 20: 225 (abstr.).
Prewitt C.T., Sueno S. & Papike J.J., 1976 - The crystal structures of high albite and monalbite at high temperatures. *American Mineralogist*, 61: 1213-1225.
Prince E., 1994 - Mathematical techniques in crystallography and material science. *Springer-Verlag*, Berlin.
Prince E., Donnay G. & Martin R.F., 1973 - Neutron diffraction refinement of an ordered orthoclase structure. *American Mineralogist*, 58: 500-507.
Quareni S. & Taylor W.H., 1971 - Anisotropy of the sodium atom in low albite. *Acta Crystallographica*, B27: 281-285.
Ribbe P.H., 1963 - A refinement of the crystal structure of sanidinized orthoclase. *Acta Crystallographica*, 16: 426-427.
Ribbe P.H., 1983 - Chemistry, structure and nomenclature of feldspars. In: Ribbe P.H. (ed.). Feldspar mineralogy (2nd edition). *Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy*, 2: 1-19.
Ribbe P.H., 1984 - Average structures of alkali and plagioclase feldspars: systematics and applications. In: Brown W.L. (ed.). Feldspars and feldspathoids. NATO ASI Series C 137. *D. Reidel Publishing Company*, Dordrecht: 1-54.
Ribbe P.H., 1994 - The crystal structures of the aluminum-silicate feldspars. In: Parsons I. (ed.). Feldspars and their reactions. NATO ASI Series C 421. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht: 1-49.
Ribbe P.H., Megaw H.D., Taylor W.H., Ferguson R.B. & Traill R.J., 1969 - The albite structures. *Acta Crystallographica*, B25: 1503-1518.
Robin P.-Y. F., 1974 - Stress and strain in cryptoperthite lamellae and the coherent solvus of alkali feldspars. *American Mineralogist*, 59: 1299-1318.
Sheldrick G.M., 1993 - SHELXL-93. Program for crystal structure refinement. *University of Göttingen*, Germany.
Sinkankas J., 1968 - Classic mineral occurrences: I. Geology and mineralogy of the Rutherford pegmatites, Amelia, Virginia. *American Mineralogist*, 53: 373-405.
Smith J.V., 1974a - Feldspar minerals. Vol. 1. Crystal structure and physical properties. *Springer-Verlag*, Berlin.
Smith J.V., 1974b - Feldspar minerals. Vol. 2. Chemical and textural properties. *Springer-Verlag*, Berlin.
Smith J.V., Artioli G. & Kvick Å., 1986 - Low albite, $NaAlSi_3O_8$: neutron diffraction study of crystal structure at 13 K. *American Mineralogist*, 71: 727-733.
Smith J.V. & Brown W.L., 1988 - Feldspar minerals. Vol. 1. Crystal structures, physical, chemical, and microtextural properties. *Springer-Verlag*, Berlin.
Smith J.V. & MacKenzie W.S., 1959 - The alkali feldspars V. The nature of orthoclase and microcline perthites and observations concerning the polymorphism of potassium feldspar. *American Mineralogist*, 44: 1169-1186.
Smith J.V. & Ribbe P.H., 1966 - X-ray emission microanalysis of rock-forming minerals. III. Alkali feldspars. *Journal of Geology*, 74: 197, 216.
Spencer E., 1930 - A contribution to the study of moonstone from Ceylon and other areas and of the stability-relations of the alkali-felspars. *Mineralogical Magazine*, 22: 291-367.
Spencer E., 1937 - The potash-soda-felspars. I. Thermal stability. *Mineralogical Magazine*, 24: 453-494.
Starkey J. & Wainwright J.E.N., 1970 - Ueber die Struktur des

Tiefalbits aus Klüften in den Glaukophanischiefern Kaliforniens. *Fortschritte der Mineralogie*, 47: 64-65 (abstr.).

Stern L.A., Brown G.E., Jr., Bird D.K., Jahns R.H., Foord E.E., Shigley J.E. & Spaulding L.B., Jr., 1986 - Mineralogy and geochemical evolution of the Little Three pegmatite-aplite layered intrusive, Ramona, California. *American Mineralogist*, 71: 406-427.

Stewart D.B., 1974 - Optic axial angle and extinction angles of alkali feldspars related by cell parameters to Al/Si order and composition. In: MacKenzie W.S. & Zussman J. (eds). The feldspars. NATO ASI Manchester 1972. *Manchester University Press*, Manchester: 145-161.

Stewart D.B. & Wright T.L., 1974 - Al/Si order and symmetry of natural alkali feldspars, and the relationship of strained cell parameters to bulk composition. *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie*, 97: 356- 377.

Strob W.-D., 1983 - Strukturverfeinerung eines Tief-Mikroklins. Zusammenhänge zwischen ⟨T-O⟩ Abständen und Al,Si-Ordnungsgrad und metrische Variation in einer Tief-Albit/Tief-Mi-kroklin-Mischkristallreihe. *Diplomarbeit, Institut für Minerało-gie, Westfälischen Wilhelms-Universität*, Münster (not seen; extracted from Kroll & Ribbe, 1983).

Su S.C., Bloss F.D., Ribbe P.H. & Stewart D.B., 1984 - Optic axial angle, a precise measure of Al,Si ordering in $T1$ tetrahedral sites of K-rich feldspars. *American Mineralogist,* 69: 440-448.

Taylor B.E., Foord E.E. & Friedrichsen H., 1979 - Stable isotope and fluid inclusion studies of gem-bearing granitic pegmatite-aplite dikes, San Diego Co., California. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 68: 187-205.

Teertstra D.K., Hawthorne F.C. & Černý P., 1998 - Identification of normal and anomalous compositions of minerals by electron-microprobe analysis: K-rich feldspar as a case study. *Canadian Mineralogist*, 36: 87-95.

Tullis J., 1975 - Elastic strain effects in coherent perthitic feldspars. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 49: 83-91.

Wainwright J.E.N. & Starkey J., 1969 - Crystal structure of a metamorphic low albite. *Geological Society of America, Abstracts for 1968*, 121: 310 (abstr.).

Waldbaum D.R. & Robie R.A., 1971 - Calorimetric investigation of Na-K mixing and polymorphism in the alkali feldspars. *Zeitschrift für Kristallographie*, 134: 381-420.

Weisz O., Cochran W. & Cole W.F., 1948 - The accurate determination of cell dimensions from single-crystal X-ray photographs. *Acta Crystallographica*, 1: 83-88.

Wenk H.-R. & Kroll H., 1984 - Analysis of $P\bar{1}$, $I\bar{1}$ and $C\bar{1}$ plagioclase structures. *Bulletin de Minéralogie*, 107: 467-487.

Williams P.P. & Megaw H.D., 1964 - The crystal structures of low and high albites at -180 °C. *Acta Crystallographica*, 17: 882-890.

Winter J.K., Ghose S. & Okamura F.P., 1977 - A high-temperature study of the thermal expansion and the anisotropy of the sodium atom in low albite. *American Mineralogist*, 62: 921-931.

Winter J.K., Okamura F.P. & Ghose S., 1979 - A high-temperature structural study of high albite, monalbite, and the analbite → monalbite phase transition. *American Mineralogist*, 64: 409-423.

Wones D.R., Tatlock D.B. & Von Limbach D., 1967 - Coexisting orthoclase and microcline in altered volcanic rocks, West Humboldt Range, Pershing County, Nevada. *Schweizerische Minera-logische und Petrographische Mitteilungen*, 47: 169-176.

Wright T.L. & Stewart D.B., 1968 - X-ray and optical study of alkali feldspar: I. Determination of composition and structural state from refined unit-cell parameters and $2V$. *American Mineralogist*, 53: 38-87.

Wyncke B., McMillan P.F., Brown W.L., Openshaw R.E. & Bréhat F., 1981 - A room-temperature phase transition in maximum microcline. Absorption in the far infrared (10-200 cm^{-1}) in the temperature range 110-300 K. *Physics and chemistry of minerals*, 7: 31-34.

APPENDIX: Table A1 and Table A2

Table A1. Specimen description and geological occurrence, crystal dimensions, lattice constants, structural indicators $\Delta(bc)$, $\Delta(b^*c^*)$, $\Delta(\alpha\gamma)$, and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$, N_{Or} contents from V and a, discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement, $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and derived Al contents of T sites for K-rich feldspars from granitic pegmatites.

(a) room-temperature crystal structures of natural K-rich feldspars

Pellotsalo low microcline (B.E. Brown & Bailey, 1964)

Specimen
No. SM4709 in the Helsinki collection, supplied by J.R. Goldsmith.

Occurrence
Brown & Bailey (1964) described the specimen as being from a granitic body on Pellotsalo, an island in Lake Ladoga, Russia.

Crystal dimensions
0.15 × 0.20 × 0.25 mm.

Lattice constants
$a = 8.560(4)$, $b = 12.964(7)$, $c = 7.215(3)$ Å,
$\alpha = 90.66(8)$, $\beta = 115.84(8)$, $\gamma = 87.70(8)°$,
$V = 720.0$ Å^3,
$a^* = 0.12990$, $b^* = 0.07720$, $c^* = 0.15400$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.38$, $\beta^* = 64.17$, $\gamma^* = 92.23°$,
$V^* = 0.0013888$ Å^{-3}
(original data);
$a = 8.567$, $b = 12.964$, $c = 7.221$ Å,
$\alpha = 90.660$, $\beta = 115.935$, $\gamma = 87.703°$,
$V = 720.6$ Å^3,
$a^* = 0.12990$, $b^* = 0.07720$, $c^* = 0.15400$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.38$, $\beta^* = 64.07$, $\gamma^* = 92.23°$,
$V^* = 0.0013877$ Å^{-3}
(corrected from original data: see Blasi *et al.*, 1987a).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.951$, $\Delta(b^*c^*) = 0.998$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.985$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.985$
(from original set of lattice constants);
$\Delta(bc) = 0.993$, $\Delta(b^*c^*) = 0.998$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.985$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.985$
(from corrected set of lattice constants).

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.929 (eq. 3), 0.930 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.920 (eq. 9)
(from original set of lattice constants);
N_{Or} from V: 0.945 (eq. 3), 0.947 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.939 (eq. 9)
(from corrected set of lattice constants).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.104$, No. of $|Fo| = 2341$
(from Weissenberg photographs).

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7408(24)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6140(24)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6105(24)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6115(24)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 1.022(20), t1m = 0.000(20),
t2o = –0.029(20), t2m = –0.021(20), tot = 0.972(42),
t1o + t1m = 1.022(28), t1o – t1m = 1.022(28).

Pellotsalo low microcline (Blasi *et al.*, 1987a)

Specimen
No. SM4709 in the Helsinki collection, supplied by S.W. Bailey.

Occurrence
Blasi *et al.* (1987a) described the specimen as being from a granitic pegmatite body at Sortavalan Pit, island of Pellotsalo, near the northern coast of Lake Ladoga, westernmost Russia.

Crystal dimensions
0.04 × 0.14 × 0.18 mm.

Lattice constants
$a = 8.5714(3)$, $b = 12.9646(4)$, $c = 7.2217(2)$ Å,
$\alpha = 90.636(3)$, $\beta = 115.949(2)$, $\gamma = 87.679(3)°$,
$V = 720.99(3)$ Å^3,
$a^* = 0.129850(4)$, $b^* = 0.077199(2)$, $c^* = 0.154001(4)$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.423(3)$, $\beta^* = 64.055(2)$, $\gamma^* = 92.272(3)°$,
$V^* = 0.00138698$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.996$, $\Delta(b^*c^*) = 0.996$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.995$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.995$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.956 (eq. 3), 0.958 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.951 (eq. 9).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.027$, $wR = 0.030$, No. of $|Fo| = 1232$.

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7378(15)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6128(11)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6140(14)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6137(14)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.998(12), t1m = –0.010(9),
t2o = 0.000(11), t2m = –0.002(11), tot = 0.986(22)
t1o + t1m = 0.988(15), t1o – t1m = 1.008(15).

Prilep low microcline (Strob, 1983)

Specimen
A crystal fragment from an amazonite.

Occurrence
From a granitic pegmatite, sampled in a quarry called Čanište II, near Prilep, Macedonia.

Crystal dimensions
0.170 × 0.110 × 0.125 mm.

Lattice constants
$a = 8.5756(8)$, $b = 12.9635(6)$, $c = 7.2211(5)$ Å,
$\alpha = 90.678(5)$, $\beta = 115.940(4)$, $\gamma = 87.646(5)°$,
$V = 721.27(13)$ Å^3,
$a^* = 0.129778$, $b^* = 0.077207$, $c^* = 0.154002$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.391$, $\beta^* = 64.065$, $\gamma^* = 92.288°$,
$V^* = 0.00138645$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.995$, $\Delta(b^*c^*) = 1.000$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.009$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.010$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.964 (eq. 3), 0.965 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.962 (eq. 9).

Table A1. Continued

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.0240$, $wR = 0.0265$, No. of $|Fo| = 3600$.

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7385(4)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6134(4)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6143(4)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6151(4)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 1.004(3), t1m = –0.005(3),
t2o = 0.003(3), t2m = 0.009(3), tot = 1.011(6)
t1o + t1m = 1.000(4), t1o – t1m = 1.009(4).

Pikes Peak low microcline (Blasi *et al.*, 1984b)

Specimen
Two crystal fragments, 7813A and 7813B, from a white to colorless microcline overgrowth (specimen 7813) on deep blue-green amazonite (specimen 7816).

Occurrence
From the "Ray Ziegler" pocket in a pegmatite of Crystal Peak, Pikes Peak batholith, Colorado, U.S.A.

Crystal dimensions
7813A: 0.32 × 0.08 × 0.03 mm;
7813B: 0.23 × 0.06 × 0.05 mm.

Lattice constants
7813:
$a = 8.5759(12)$, $b = 12.9663(14)$, $c = 7.2220(8)$ Å,
$\alpha = 90.653(12)$, $\beta = 115.934(8)$, $\gamma = 87.654(10)°$,
$V = 721.58(10)$ Å^3,
$a^* = 0.129767(20)$, $b^* = 0.077190(8)$, $c^* = 0.153975(15)$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.415(12)$, $\beta^* = 64.070(9)$, $\gamma^* = 92.291(11)°$,
$V = 0.00138586$ Å^{-3}
(from X-ray powder diffractometer data; adopted to calculate interatomic distances and angles for fragments 7813A and 7813B);
7813A:
$a = 8.5732(4)$, $b = 12.9668(4)$, $c = 7.2227(3)$ Å,
$\alpha = 90.658(3)$, $\beta = 115.917(3)$, $\gamma = 87.626(3)°$,
$V = 721.54(3)$ Å^3,
$a^* = 0.129792(6)$, $b^* = 0.077188(2)$, $c^* = 0.153937(5)$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.422(3)$, $\beta^* = 64.088(3)$, $\gamma^* = 92.320(3)°$,
$V = 0.00138594$ Å^{-3};
7813B:
$a = 8.5724(7)$, $b = 12.9642(8)$, $c = 7.2231(6)$ Å,
$\alpha = 90.647(6)$, $\beta = 115.946(6)$, $\gamma = 87.641(6)°$,
$V = 721.19(6)$ Å^3,
$a^* = 0.129834(11)$, $b^* = 0.077203(5)$, $c^* = 0.153968(9)$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.429(6)$, $\beta^* = 64.058(6)$, $\gamma^* = 92.309(6)°$,
$V = 0.00138659$ Å^{-3}.

Structural indicators
7813:
$\Delta(bc) = 0.995$, $\Delta(b^*c^*) = 0.998$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.006$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.006$;
7813A:
$\Delta(bc) = 0.998$, $\Delta(b^*c^*) = 1.007$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.018$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.018$;
7813B:
$\Delta(bc) = 1.007$, $\Delta(b^*c^*) = 1.007$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.012$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.012$.

Compositions from V and a
7813:
N_{Or} from V: 0.973 (eq. 3), 0.974 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.963 (eq. 9);
7813A:
N_{Or} from V: 0.971 (eq. 3), 0.973 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.956 (eq. 9);
7813B:
N_{Or} from V: 0.962 (eq. 3), 0.963 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.953 (eq. 9).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
7813A: $R = 0.033$, $wR = 0.033$, No. of $|Fo| = 1236$;
7813B: $R = 0.031$, $wR = 0.034$, No. of $|Fo| = 1201$.

Mean T-O distances
7813A: $\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7372(15)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6152(15)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6120(15)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6142(15)$ Å;
7813B: $\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7385(15)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6120(14)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6152(15)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6135(15)$ Å.

Al contents from T-O distances
7813A: t1o = 0.994(12), t1m = 0.010(12),
t2o = –0.016(12), t2m = 0.002(12), tot = 0.990(24),
t1o + t1m = 1.004(17), t1o – t1m = 0.984(17);
7813B: t1o = 1.004(12), t1m = –0.016(11),
t2o = 0.010(12), t2m = –0.004(12), tot = 0.994(24),
t1o + t1m = 0.988(17), t1o – t1m = 1.020(17).

Pikes Peak low microcline (Blasi & De Pol Blasi, 1994)

Specimen
A third fragment, 7813C, from a white to colorless microcline overgrowth (specimen 7813) on deep blue-green amazonite (specimen 7816).

Occurrence
See the occurrence in the preceding section.

Crystal dimensions
0.14 × 0.06 × 0.02 mm.

Lattice constants
$a = 8.5733(1)$, $b = 12.9627(3)$, $c = 7.2227(1)$ Å,
$\alpha = 90.675(2)$, $\beta = 115.934(1)$, $\gamma = 87.601(1)°$,
$V = 721.20(2)$ Å^3,
$a^* = 0.129811(2)$, $b^* = 0.077214(2)$, $c^* = 0.153960(3)$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.416(2)$, $\beta^* = 64.071(1)$, $\gamma^* = 92.340(1)°$,
$V = 0.00138658$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 1.008$, $\Delta(b^*c^*) = 1.014$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.029$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.029$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.962 (eq. 3), 0.964 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.956 (eq. 9).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
Refinement (a), 2θ(Mo$K\alpha$) range = 3 - 60°:
$R = 0.016$, $wR = 0.018$, No. of $|Fo| = 1788$;
refinement (b), 2θ(Mo$K\alpha$) range = 3 - 100°:
$R = 0.019$, $wR = 0.020$, No. of $|Fo| = 4948$.

Mean T-O distances
Refinement (a):
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7388(4)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6122(4)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6141(4)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6159(4)$ Å;
refinement (b):
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7391(2)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6129(3)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6142(3)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6158(3)$ Å.

Al contents from T-O distances
Refinement (a):
t1o = 1.007(3), t1m = –0.014(4),
t2o = 0.000(3), t2m = 0.015(3), tot = 1.008(7),

Table A1. Continued

t1o + t1m = 0.992(5), t1o − t1m = 1.021(5);
refinement (b):
t1o = 1.009(2), t1m = −0.009(2),
t2o = 0.002(2), t2m = 0.014(2), tot = 1.016(4),
t1o + t1m = 1.000(3), t1o − t1m = 1.017(3).

Khibiny low microcline (Borutskiy *et al.*, 1985)

Specimen
Crystal fragment No. 1667.

Occurrence
From a pegmatite in the pyroxene rischorrites of the "Eudialyte Ridge" on Mt. Kukisvumchorr, Khibiny massif, Kola Peninsula, Russia.

Crystal dimensions
Spherical crystal, diameter 0.5 mm.

Lattice constants
$a = 8.590(3)$, $b = 12.962(5)$, $c = 7.220(3)$ Å,
$\alpha = 90.50(3)$, $\beta = 115.95(3)$, $\gamma = 87.83(2)°$,
$V = 722.3(5)$ Å^3,
$a^* = 0.12956$, $b^* = 0.07721$, $c^* = 0.15404$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.50$, $\beta^* = 64.05$, $\gamma^* = 92.17°$,
$V = 0.0013845$ Å^{-3}
(α^* corrected from original data).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.991$, $\Delta(b^*c^*) = 0.991$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.930$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.930$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.994 (eq. 3), 0.996 (eq. 8),
N_{Or} from a: 1.001 (eq. 9).

Discrepancy factor and total number of diffractions measured
$R = 0.036$, No. of $|Fo| = 3371$.

Mean T-O distances
⟨*T*1*o*-O⟩ = 1.7340(11), ⟨*T*1*m*-O⟩ = 1.6155(10),
⟨*T*2*o*-O⟩ = 1.6133(10), ⟨*T*2*m*-O⟩ = 1.6150(10) Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.968(9), t1m = 0.012(8),
t2o = −0.006(8), t2m = 0.008(8), tot = 0.982(17),
t1o + t1m = 0.980(12), t1o − t1m = 0.956(12).

Spencer U intermediate microcline (Bailey, 1969; also Bailey & Taylor, 1955)

Specimen
Several crystal fragments from specimen U in the suite of alkali feldspars described by Spencer (1937). Later, the specimen was designated as Spencer U.

Occurrence
From the mica-bearing pegmatite of Kodarma, Bihar, India.

Crystal dimensions
Cube No. 1: 0.17 × 0.17 × 0.17 mm;
cube No. 4: 0.12 × 0.12 × 0.10 mm
(combined data from the two feldspar cubes were used in structure refinement).

Lattice constants
$a = 8.5784$, $b = 12.9600$, $c = 7.2112$ Å,
$\alpha = 90.300$, $\beta = 116.033$, $\gamma = 89.125°$,
$V = 720.29$ Å^3,
$a^* = 0.129748$, $b^* = 0.077170$, $c^* = 0.154332$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.093$, $\beta^* = 63.968$, $\gamma^* = 90.827°$,
$V = 0.00138834$ Å^{-3}
(from Bailey & Taylor, 1955, subsequently modified by Bailey, 1969: weighted average of data from six feldspar cubes; V not given in original data);
$a = 8.578(4)$, $b = 12.957(3)$, $c = 7.213(1)$ Å,
$\alpha = 90.25(2)$, $\beta = 116.03(2)$, $\gamma = 89.23(3)°$,
$V = 720.3(3)$ Å^3,
$a^* = 0.12975$, $b^* = 0.07719$, $c^* = 0.15429$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.10$, $\beta^* = 63.97$, $\gamma^* = 90.74°$,
$V = 0.0013883$ Å^{-3}
(from Wright & Stewart, 1968: X-ray powder diffractometer data; see also Stewart & Wright, 1974).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.935$, $\Delta(b^*c^*) = 0.902$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.376$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.376$
(from Bailey's, 1969, set of lattice constants);
$\Delta(bc) = 0.954$, $\Delta(b^*c^*) = 0.921$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.333$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.333$
(from Wright & Stewart's, 1968, set of lattice constants).

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.936 (eq. 3), 0.937 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.970 (eq. 9)
(from Bailey's, 1969, set of lattice constants);
N_{Or} from V: 0.937 (eq. 3), 0.938 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.969 (eq. 9)
(from Wright & Stewart's, 1968, set of lattice constants).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.080$, No. of $|Fo| = 2124$
(intensity data by Bailey & Taylor, 1955, from Weissenberg photographs obtained from feldspar cubes No. 1 and No. 4; structure refinement by Bailey, 1969).

Mean T-O distances
⟨*T*1*o*-O⟩ = 1.6942(25), ⟨*T*1*m*-O⟩ = 1.6425(25),
⟨*T*2*o*-O⟩ = 1.6185(25), ⟨*T*2*m*-O⟩ = 1.6160(25) Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.655(18), t1m = 0.247(19),
t2o = 0.039(21), t2m = 0.017(21), tot = 0.959(25),
t1o + t1m = 0.903(21), t1o − t1m = 0.408(30).

Adamello P17C high microcline (Dal Negro *et al.*, 1978, 1980; De Pieri, 1979)

Specimen
Crystal fragment P17C from specimen P17.

Occurrence
From a tourmaline-muscovite-bearing pegmatite dyke, on the trail between the upper Malga Fazzon and Malga Artuic, Adamello massif, Northern Italy (see Callegari *et al.*, 1974).

Crystal dimensions
Not given.

Lattice constants
$a = 8.568$, $b = 12.980$, $c = 7.201$ Å,
$\alpha = 90.07$, $\beta = 116.03$, $\gamma = 89.75°$,
$V = 719.6$ Å^3,
$a^* = 0.12989$, $b^* = 0.07704$, $c^* = 0.15455$ Å^{-1},
$\alpha^* = 90.04$, $\beta^* = 63.97$, $\gamma^* = 90.24°$,
$V = 0.0013897$ Å^{-3}
(from De Pieri, 1979: the precision is about 3 parts in 10,000 for cell edges and 0.03° for cell angles; V not given in the original data. See also Dal Negro *et al.*, 1980).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.816$, $\Delta(b^*c^*) = 0.789$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.107$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.107$.

Table A1. Continued

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.917 (eq. 3), 0.918 (eq. 8), N_{Or} from *a*: 0.942 (eq. 9).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.032$, No. of $|Fo| = 1738$.

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.6690(10)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6538(10)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6230(10)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6217(10)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.462(7), t1m = 0.343(7),
t2o = 0.081(8), t2m = 0.070(8), tot = 0.955(8),
t1o + t1m = 0.804(8), t1o − t1m = 0.119(11).

Himalaya "ordered orthoclase" (Prince *et al.*, 1973)

Specimen
A cleavage fragment from a gem-quality overgrowth, up to 1 cm thick, on orthoclase perthites.

Occurrence
From a granitic pegmatite at the Himalaya tourmaline mine in the Mesa Grande pegmatite district, San Diego County, California, U.S.A.

Crystal dimensions
19 mm^3 (weight 48.356 mg and density 2.563 g/cm^3).

Lattice constants
$a = 8.5632(11)$, $b = 12.9633(14)$, $c = 7.2099(11)$ Å,
$\beta = 116.073(9)°$, $V = 718.90(11)$ $Å^3$,
$a^* = 0.130009$, $b^* = 0.077141$, $c^* = 0.154412$ $Å^{-1}$,
$\beta^* = 63.927°$, $V = 0.00139101$ $Å^{-3}$
(from Guinier-Hägg X-ray powder data; *b* corrected from original data, see Horsky & Martin, 1977, Table 2).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.918$, $\Delta(b^*c^*) = 0.869$.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.891 (eq. 2), 0.883 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.894 (eq. 7).

Discrepancy factors and number of diffractions used in neutron structure refinement
$R = 0.031$, $wR = 0.03494$, No. of $|Fo| = 721$.

Mean T-O distances
$\langle T1\text{-O}\rangle = 1.6675(9)$, $\langle T2\text{-O}\rangle = 1.6163(8)$ Å.

Al contents from Si,Al site refinement of neutron data
t1 = 0.516(29), t2 = −0.016(29).

Al contents from T-O distances
t1 = 0.450(6), t2 = 0.020(7), tot = 0.940(9),
2t1 = 0.900(7).

Khibiny adularia (Borutskiy *et al.*, 1985)

Specimen
Crystal fragment No. 1481/E.

Occurrence
From a pegmatite in massive urtites from the Material'naya shaft in the Yakspor apatite deposit, Khibiny massif, Kola Peninsula.

Crystal dimensions
Spherical crystal, diameter 0.4 mm.

Lattice constants
$a = 8.564(2)$, $b = 12.996(2)$, $c = 7.201(1)$ Å,
$\alpha = 90.00(2)$, $\beta = 116.02(2)$, $\gamma = 90.00(2)°$,
$V = 720.3(3)$ $Å^3$,
$a^* = 0.12994$, $b^* = 0.07695$, $c^* = 0.15453$ $Å^{-1}$,
$\alpha^* = 90.00$, $\beta^* = 63.98$, $\gamma^* = 90.00°$,
$V = 0.0013885$ $Å^{-3}$.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.777$, $\Delta(b^*c^*) = 0.745$.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.926 (eq. 2), 0.914 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.895 (eq. 7).

Discrepancy factor and total number of diffractions measured
$R = 0.033$, No. of $|Fo| = 3408$.

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.6605(10)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6628(10)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6267(8)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6250(9)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.383(7), t1m = 0.401(7),
t2o = 0.107(6), t2m = 0.092(7), tot = 0.984(6),
t1o + t1m = 0.784(8), t1o − t1m = −0.018(11).

Spencer C orthoclase (Colville & Ribbe, 1968; also Jones & Taylor, 1961a, 1961b)

Specimen
Three crystal fragments from specimen C in the suite of alkali feldspars described by Spencer (1930, 1937). Later, the specimen was designated Spencer C.

Occurrence
From the pegmatitic gem-washing residues at the Mogok Ruby mines, Northern Burma.

Crystal dimensions
First crystal: very nearly cubic in shape, with edge 0.4 mm;
second crystal: 0.14 × 0.14 × 0.42 mm;
third crystal: 0.32 × 0.26 × 0.35 mm
(combined data from the three feldspar fragments were used in structure refinement).

Lattice constants
$a = 8.5616(2)$, $b = 12.9962(4)$, $c = 7.1934(2)$ Å,
$\beta = 116.015(5)°$, $V = 719.294$ $Å^3$,
$a^* = 0.129969$, $b^* = 0.076946$, $c^* = 0.154690$ $Å^{-1}$,
$\beta^* = 63.985°$, $V = 0.00139024$ $Å^{-3}$
(from Cole *et al.*, 1949: Weissenberg data);
$a = 8.561(2)$, $b = 12.996(4)$, $c = 7.192(2)$ Å,
$\beta = 116.01(10)°$, $V = 719.1$ $Å^3$,
$a^* = 0.12997$, $b^* = 0.07695$, $c^* = 0.15471$ $Å^{-1}$,
$\beta^* = 63.99°$, $V = 0.0013906$ $Å^{-3}$
(from D.B. Stewart in Colville & Ribbe, 1968: X-ray powder diffractometer data; *V* corrected from original data);
$a = 8.5607(11)$, $b = 12.9924(15)$, $c = 7.1921(7)$ Å,
$\beta = 116.018(10)°$, $V = 718.86(11)$ $Å^3$,
$a^* = 0.129986$, $b^* = 0.076968$, $c^* = 0.154721$ $Å^{-1}$,
$\beta^* = 63.982°$, $V = 0.00139108$ $Å^{-3}$
(from Wright & Stewart, 1968: X-ray powder diffractometer data; see also Stewart & Wright, 1974).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.725$, $\Delta(b^*c^*) = 0.707$
(from Cole *et al.*'s, 1949, set of lattice constants);
$\Delta(bc) = 0.716$, $\Delta(b^*c^*) = 0.702$
(from D.B. Stewart's set of lattice constants: in Colville & Ribbe, 1968);
$\Delta(bc) = 0.726$, $\Delta(b^*c^*) = 0.710$
(from Wright & Stewart's, 1968, set of lattice constants).

Table A1. Continued

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.901 (eq. 2), 0.892 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.890 (eq. 7)
(from Cole *et al.*'s, 1949, set of lattice constants);
N_{Or} from *V*: 0.896 (eq. 2), 0.888 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.889 (eq. 7)
(from D.B. Stewart's set of lattice constants: in Colville & Ribbe, 1968);
N_{Or} from *V*: 0.890 (eq. 2), 0.882 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.888 (eq. 7)
(from Wright & Stewart's, 1968, set of lattice constants).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.054$, No. of $|Fo| = 465$
(intensity data by Jones & Taylor, 1961a, 1961b from Weissenberg photographs; structure refinement by Colville & Ribbe, 1968).

Mean T-O distances
$\langle T1\text{-O}\rangle = 1.6555(28)$, $\langle T2\text{-O}\rangle = 1.6283(26)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.356(19), t2 = 0.128(21), tot = 0.968(15),
2t1 = 0.713(21).

Itrongay orthoclase (Kimata *et al.*, 1996)

Specimen
A crystal fragment from a yellow, ferriferous orthoclase of gem quality studied at 296 K (see also the data collected at 121 K, Table A1-c).

Occurrence
From a miarolitic pegmatite at Itrongay, near Fianarantsoa, Madagascar (see Coombs,1954).

Crystal dimensions
0.10 × 0.12 × 0.15 mm.

Lattice constants
$a = 8.600(1)$, $b = 13.005(1)$, $c = 7.193(1)$ Å,
$\beta = 116.03(1)°$, $V = 722.9(1)$ Å^3,
$a^* = 0.12941$, $b^* = 0.07689$, $c^* = 0.15472$ Å^{-1},
$\beta^* = 63.97°$, $V = 0.0013834$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.670$, $\Delta(b^*c^*) = 0.674$.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 1.000 (eq. 2), 0.978 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.977 (eq. 7).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.028$, $wR = 0.028$, No. of $|Fo| = 910$.

Mean T-O distances
$\langle T1\text{-O}\rangle = 1.6553(9)$, $\langle T2\text{-O}\rangle = 1.6285(9)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.354(6), t2 = 0.130(7), tot = 0.969(5),
2t1 = 0.709(7).

Itrongay orthoclase (Nyfeler *et al.*, 1998)

Specimen
A fragment from a crystal chip having a surface of 2-5 mm^2 which was transparent and homogeneous when inspected with the optical microscope, and was obtained from a large (several cm) yellowish K-feldspar crystal of gem quality from Itrongay, Madagascar.

Occurrence
See the preceding section on the Itrongay orthoclase studied by Kimata *et al.* (1996).

Crystal dimensions
Not given.

Lattice constants
$a = 8.5820(6)$, $b = 13.003(2)$, $c = 7.1924(7)$ Å,
$\beta = 116.022(7)°$, $V = 721.3(1)$ Å^3,
$a^* = 0.129668$, $b^* = 0.076905$, $c^* = 0.154720$ Å^{-1},
$\beta^* = 63.978°$, $V = 0.00138649$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.701$, $\Delta(b^*c^*) = 0.680$.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.954 (eq. 2), 0.938 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.936 (eq. 7).

Discrepancy factors and total number of unique diffractions
$R1 = 0.024$, $wR2(F^2) = 0.0679$, No. of $|Fo| = 784$
(for definition of the discrepancy factors see Sheldrick, 1993).

Mean T-O distances
$\langle T1\text{-O}\rangle = 1.6552(7)$, $\langle T2\text{-O}\rangle = 1.6289(8)$ Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.353(5), t2 = 0.133(7), tot = 0.971(4),
2t1 = 0.706(6).

Rabb Canyon sanidine (Keefer & Brown, 1978)

Specimen
A crystal fragment consisting of an untwinned sanidine intergrown with a Pericline-twinned high albite in a criptoperthite.

Occurrence
From the Rabb Canyon pegmatite, Grant County, New Mexico, U.S.A. The pegmatite occurs in porphyry that is the vent facies of a rhyolite dome, and the cryptoperthite occurs in a matrix of coarsely crystalline quartz as clear, colorless single crystals about 1 cm in diameter.

Crystal dimensions
0.34 × 0.20 × 0.14 mm.

Lattice constants
$a = 8.558(1)$, $b = 12.997(1)$, $c = 7.179(1)$ Å,
$\beta = 116.07(1)°$, $V = 717.2$ Å^3,
$a^* = 0.13009$, $b^* = 0.07694$, $c^* = 0.15507$ Å^{-1},
$\beta^* = 63.93°$, $V = 0.0013942$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.627$, $\Delta(b^*c^*) = 0.613$.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.842 (eq. 1), 0.820 (eq. 4),
N_{Or} from *a*: 0.867 (eq. 5).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.029$, $wR = 0.039$, No. of $|Fo| = 924$.

Mean T-O distances
$\langle T1\text{-O}\rangle = 1.6510(7)$, $\langle T2\text{-O}\rangle = 1.6378(7)$ Å.

Composition from K,Na site refinement of X-ray data
$N_{Or} = 0.65(2)$.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.303(5), t2 = 0.195(5), tot = 0.997(2),
2t1 = 0.606(5).

Table A1. Continued

Buck Claim adularia (Ferguson *et al.*, 1991)

Specimen
Four crystals of adularia, Buck-18-I, Buck-18-II, Buck-18-III, and Buck-18-IV, from specimen Buck-18.

Occurrence
From the quartz core of an Archean granitic pegmatite at the Buck Claim, Bernic Lake, southeastern Manitoba, Canada.

Crystal dimensions
Buck-18-I: 0.24 × 0.18 × 0.16 mm;
Buck-18-II: 0.28 × 0.16 × 0.14 mm;
Buck-18-III: 0.22 × 0.16 × 0.14 mm;
Buck-18-IV: 0.18 × 0.14 × 0.12 mm.

Lattice constants
Buck-18-I:
a = 8.603(2), b = 13.036(4), c = 7.174(2) Å,
β = 116.03(2)°, V = 722.9(3) $Å^3$,
a^* = 0.12936, b^* = 0.07671, c^* = 0.15513 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 63.97°, V = 0.0013832 $Å^{-3}$;
Buck-18-II:
a = 8.608(3), b = 13.041(5), c = 7.180(1) Å,
β = 115.98(2)°, V = 724.5(4) $Å^3$,
a^* = 0.12923, b^* = 0.07668, c^* = 0.15493 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 64.02°, V = 0.0013802 $Å^{-3}$;
Buck-18-III:
a = 8.611(2), b = 13.046(5), c = 7.175(3) Å,
β = 116.01(2)°, V = 724.4(4) $Å^3$,
a^* = 0.12922, b^* = 0.07665, c^* = 0.15508 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 63.99°, V = 0.0013805 $Å^{-3}$;
Buck-18-IV:
a = 8.606(2), b = 13.017(4), c = 7.185(2) Å,
β = 115.97(2)°, V = 723.6(3) $Å^3$,
a^* = 0.12925, b^* = 0.07682, c^* = 0.15481 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 64.03°, V = 0.0013819 $Å^{-3}$.

Structural indicators
Buck-18-I: Δ(bc) = 0.492, Δ(b^*c^*) = 0.486;
Buck-18-II: Δ(bc) = 0.518, Δ(b^*c^*) = 0.518;
Buck-18-III: Δ(bc) = 0.472, Δ(b^*c^*) = 0.469;
Buck-18-IV: Δ(bc) = 0.615, Δ(b^*c^*) = 0.617.

Compositions from V and a
Buck-18-I: N_{Or} from V: 0.992 (eq. 1), 0.962 (eq. 4), N_{Or} from a: 0.980 (eq. 5);
Buck-18-II: N_{Or} from V: 1.037 (eq. 1), 1.005 (eq. 4), N_{Or} from a: 0.993 (eq. 5);
Buck-18-III: N_{Or} from V: 1.033 (eq. 1), 1.001 (eq. 4), N_{Or} from a: 1.001 (eq. 5);
Buck-18-IV: N_{Or} from V: 1.011 (eq. 1), 0.980 (eq. 4), N_{Or} from a: 0.988 (eq. 5).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
Buck-18-I: R = 0.058, wR = 0.061, No. of $|Fo|$ = 1799;
Buck-18-II: R = 0.042, wR = 0.044, No. of $|Fo|$ = 978;
Buck-18-III: R = 0.058, wR = 0.061, No. of $|Fo|$ = 2201;
Buck-18-IV: R = 0.056, wR = 0.059, No. of $|Fo|$ = 1724.

Mean T-O distances
Buck-18-I: ⟨T1-O⟩ = 1.6400(12), ⟨T2-O⟩ = 1.6423(14) Å;
Buck-18-II: ⟨T1-O⟩ = 1.6443(13), ⟨T2-O⟩ = 1.6400(14) Å;
Buck-18-III: ⟨T1-O⟩ = 1.6460(11), ⟨T2-O⟩ = 1.6390(11) Å;
Buck-18-IV: ⟨T1-O⟩ = 1.6493(12), ⟨T2-O⟩ = 1.6348(14) Å.

Al contents from T-O distances
Buck-18-I: t1 = 0.240(10), t2 = 0.259(9), tot = 0.997(2), 2t1 = 0.479(12);
Buck-18-II: t1 = 0.267(9), t2 = 0.231(10), tot = 0.995(2), 2t1 = 0.533(10);
Buck-18-III: t1 = 0.277(7), t2 = 0.219(8), tot = 0.994(2), 2t1 = 0.555(8);
Buck-18-IV: t1 = 0.307(8), t2 = 0.185(11), tot = 0.984(4), 2t1 = 0.613(10).

.... (b) room-temperature crystal structures of pre-heated K-rich feldspars ....

Itrongay high sanidine (Nyfeler *et al.*, 1998)

Specimen
Another fragment from the same crystal chip as that described in the section on the Itrongay orthoclase studied by Nyfeler *et al.* (1998) (see Table 1-a), after heating to 900 °C for 672 hours.

Occurrence and *Crystal dimensions*
See the section on the Itrongay orthoclase studied by Nyfeler *et al.* (1998) in Table 1-a.

Lattice constants
a = 8.568(2), b = 13.030(2), c = 7.1745(9) Å,
β = 115.99(1)°, V = 720.0(2) $Å^3$,
a^* = 0.129844, b^* = 0.076746, c^* = 0.155064 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 64.010°, V = 0.00138895 $Å^{-3}$.

Structural indicators
Δ(bc) = 0.511, Δ(b^*c^*) = 0.519.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.911 (eq. 1), 0.886 (eq. 4),
N_{Or} from a: 0.892 (eq. 5).

Discrepancy factors and total number of unique diffractions
$R1$ = 0.0253, $wR2(F^2)$ = 0.0717, No. of $|Fo|$ = 789
(for definition of the discrepancy factors see Sheldrick, 1993).

Mean T-O distances
⟨T1-O⟩ = 1.6442(7), ⟨T2-O⟩ = 1.6384(8) Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.272(5), t2 = 0.224(7), tot = 0.992(2),
2t1 = 0.545(6).

Spencer C high sanidine (Ribbe, 1963; also Cole *et al.*, 1949)

Specimen
Spencer's (1937) specimen C heated to 1075 °C for 300 hr.

Occurrence
See the section on the Spencer C orthoclase in Table A1-a.

Crystal dimensions
Equi-dimensional crystal fragment approximately 0.2 mm on edge.

Lattice constants
a = 8.5642(2), b = 13.0300(4), c = 7.1749(2) Å,
β = 115.994(5)°, V = 719.654 $Å^3$,
a^* = 0.129907, b^* = 0.076746, c^* = 0.155061 $Å^{-1}$,
$β^*$ = 64.006°, V = 0.00138954 $Å^{-3}$
(from Cole *et al.*, 1949).

Structural indicators
Δ(bc) = 0.514, Δ(b^*c^*) = 0.520.

Table A1. Continued

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.903 (eq. 1), 0.878 (eq. 4),
N_{Or} from *a*: 0.882 (eq. 5).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
R = 0.099, No. of |*Fo*| = 737
(intensity data by Cole *et al.*, 1949, from Weissenberg photographs; structure refinement by Ribbe, 1963).

Mean T-O distances
⟨*T*1-O⟩ = 1.6445, ⟨*T*2-O⟩ = 1.6398 Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.269, t2 = 0.229, tot = 0.995,
2t1 = 0.537.

Bedford high sanidine (Blasi *et al.*, 1987a)

Specimen
A cleavage fragment of a perthitic coarsely cross-hatched low microcline subjected to dry annealing at 1050 °C for 200 days.

Occurrence
Bedford County pegmatite district, Virginia, U.S.A.

Crystal dimensions
0.16 × 0.16 × 0.09 mm.

Lattice constants
a = 8.5646(2), *b* = 13.0334(3), *c* = 7.1747(2) Å,
β = 115.984(2)°, *V* = 719.93(2) $Å^3$,
*a** = 0.129889(3), *b** = 0.076726(2), *c** = 0.155052(3) $Å^{-1}$,
β* = 64.016(2)°, *V* = 0.00138903 $Å^{-3}$.

Structural indicators
Δ(*bc*) = 0.504, Δ(*b*c**) = 0.512.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.910 (eq. 1), 0.885 (eq. 4),
N_{Or} from *a*: 0.883 (eq. 5).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
R = 0.022, *wR* = 0.024, No. of |*Fo*| = 817.

Mean T-O distances
⟨*T*1-O⟩ = 1.6428(8), ⟨*T*2-O⟩ = 1.6398(9) Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.262(5), t2 = 0.236(7), tot = 0.996(1),
2t1 = 0.523(7).

(c) low-temperature crystal structures of natural K-rich feldspars

Itrongay orthoclase at 121 K (Kimata *et al.*, 1996)

Specimen, *Occurrence* and *Crystal dimensions*
The specimen was the same as that used by Kimata *et al.* (1996). See the section on the Itrongay orthoclase at 296 K in Table A1-a.

Lattice constants
a = 8.574(1), *b* = 13.006(1), *c* = 7.191(1) Å,
β = 116.07(1)°, *V* = 720.2(1) $Å^3$,
*a** = 0.12984, *b** = 0.07689, *c** = 0.15481 $Å^{-1}$,
β* = 63.93°, *V* = 0.0013883 $Å^{-3}$.

Structural indicators
Δ(*bc*) = 0.684, Δ(*b*c**) = 0.649.

Compositions from V and a
N_{Or} from *V*: 0.928 (eq. 2), 0.916 (eq. 6),
N_{Or} from *a*: 0.918 (eq. 7).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
R = 0.044, *wR* = 0.042, No. of |*Fo*| = 940.

Mean T-O distances
⟨*T*1-O⟩ = 1.6602(13), ⟨*T*2-O⟩ = 1.6280(12) Å.

Al contents from T-O distances
t1 = 0.379(9), t2 = 0.116(9), tot = 0.990(7),
2t1 = 0.758(10).

Table A2. Specimen description and geological occurrence, crystal dimensions, lattice constants, structural indicators $\Delta(bc)$, $\Delta(b^*c^*)$, $\Delta(\alpha\gamma)$, and $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$, N_{Or} contents from V and a, discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement, $\langle T\text{-O}\rangle$ distances and derived Al contents of T sites for Na-rich feldspars from granitic pegmatites.

(a) room-temperature crystal structures of natural Na-rich feldspars

Ramona low albite (Ribbe *et al.*, 1969; also Ferguson *et al.*, 1958)

Specimen
No. 29 of a suite of plagioclase feldspars given by R.C. Emmons to W.H. Taylor.

Occurrence
Little Three mine, Ramona, San Diego County, California, U.S.A., in a cavity in an albitized pegmatite.

Crystal dimensions
A fragment nearly equidimensional in aspect, with edge ~ 0.2-0.3 mm.

Lattice constants
$a = 8.138$, $b = 12.789$, $c = 7.156$ Å,
$\alpha = 94.33$, $\beta = 116.57$, $\gamma = 87.65°$,
$V = 664.2$, Å^3,
$a^* = 0.13739$, $b^* = 0.07842$, $c^* = 0.15656$ Å^{-1},
$\alpha^* = 86.33$, $\beta^* = 63.53$, $\gamma^* = 90.46°$,
$V^* = 0.0015056$ Å^{-3}
(from Ferguson *et al.*, 1958; σ values were given in d_{100}, d_{010}, and d_{001} as 0.005, 0.001, 0.002 Å, and in α^*, β^*, γ^* as 0.03, 0.03, 0.03°).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.959$, $\Delta(b^*c^*) = 0.971$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 1.007$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 1.008$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.007 (eq. 3), 0.025 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.012 (eq. 9).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
$R = 0.068$, No. of $|Fo| = 1994$
(intensity data by Ferguson *et al.*, 1958 from Weissenberg photographs; structure refinement by Ribbe *et al.*, 1969).

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7457(23)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6102(23)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6148(23)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6122$ Å(23).

Al contents from T-O distances
t1o = 1.029(18), t1m = −0.021(18),
t2o = 0.013(17), t2m = −0.006(18), tot = 1.016(36),
t1o + t1m = 1.008(26), t1o − t1m = 1.050(25).

Amelia low albite (Harlow & G.E. Brown, 1980)

Specimen
No. 6306 supplied by D.R. Waldbaum. Investigated by neutron and X-ray diffraction methods.

Occurrence
From a granitic pegmatite at the Rutherford mine in Amelia County, Virginia, U.S.A.

Crystal dimensions
X-ray:
a cleaved fragment with a volume of 2.04×10^{-3} mm^3 with largest edge dimension of 0.4 mm;
neutron:
a clear glassy rhomb of cleavelandite habit with a volume of 15.4 mm^3.

Lattice constants
$a = 8.142(2)$, $b = 12.785(2)$, $c = 7.159(2)$ Å,
$\alpha = 94.19(2)$, $\beta = 116.61(2)$, $\gamma = 87.68(2)°$,
$V = 664.5(9)$, Å^3,
$a^* = 0.13738$, $b^* = 0.07843$, $c^* = 0.15653$ Å^{-1},
$\alpha^* = 86.48$, $\beta^* = 63.48$, $\gamma^* = 90.50°$,
$V^* = 0.0015049$ Å^{-3}
(from X-ray powder diffractometer data).

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.986$, $\Delta(b^*c^*) = 0.983$,
$\Delta(\alpha\gamma) = 0.995$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = 0.995$.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.011 (eq. 3), 0.028 (eq. 8),
N_{Or} from a: 0.020 (eq. 9).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinements
X-ray:
$R = 0.040$, $wR = 0.035$, No. of $|Fo| = 2441$;
neutron:
$R = 0.021$, $wR = 0.024$, No. of $|Fo| = 1633$.

Mean T-O distances
X-ray:
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7422(10)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6070(10)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6152(10)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6160(10)$ Å;
neutron:
$\langle T1o\text{-O}\rangle = 1.7429(5)$, $\langle T1m\text{-O}\rangle = 1.6087(4)$,
$\langle T2o\text{-O}\rangle = 1.6141(4)$, $\langle T2m\text{-O}\rangle = 1.6156$ Å(4).

Al contents from Si,Al site refinement of neutron data
t1o = 0.970(19), t1m = 0.035,
t2o = 0.0, t2m = 0.0.

Al contents from T-O distances
X-ray:
t1o = 1.002(8), t1m = −0.047(8),
t2o = 0.018(8), t2m = 0.023(8), tot = 0.996(16),
t1o + t1m = 0.955(12), t1o − t1m = 1.049(11);
neutron:
t1o = 1.007(4), t1m = −0.033(3),
t2o = 0.008(3), t2m = 0.020(3), tot = 1.002(7),
t1o + t1m = 0.973(5), t1o − t1m = 1.040(5).

Rabb Canyon high albite (Keefer & G.E. Brown, 1978)

Specimen, *Occurrence* and *Crystal dimensions*
The specimen was the same as that used by Keefer & G.E. Brown (1978). See the section on the Rabb Canyon high sanidine in Table A1-a.

Lattice constants
$a = 8.144(2)$, $b = 12.989(3)$, $c = 7.160(2)$ Å,
$\alpha = 92.10(2)$, $\beta = 116.56(2)$, $\gamma = 90.21(2)°$,
$V = 676.9$ Å^3,
$a^* = 0.13731$, $b^* = 0.07706$, $c^* = 0.15629$ Å^{-1},
$\alpha^* = 87.55$, $\beta^* = 63.41$, $\gamma^* = 88.72°$,
$V^* = 0.0014774$ Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc) = 0.525$, $\Delta(b^*c^*) = 0.384$,
$\Delta(\alpha\gamma) = -0.022$, $\Delta(\alpha^*\gamma^*) = -0.024$.

Table A2. Continued

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.136 (eq. 1), 0.121 (eq. 4),
N_{Or} from a: –0.039 (eq. 5).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
R = 0.083, wR = 0.096, No. of $|Fo|$ = 1698.

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle$ = 1.6562(23), $\langle T1m\text{-O}\rangle$ = 1.6567(23),
$\langle T2o\text{-O}\rangle$ = 1.6378(20), $\langle T2m\text{-O}\rangle$ = 1.6425(21) Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.314(16), t1m = 0.318(16),
t2o = 0.175(13), t2m = 0.209(13), tot = 1.015(6),
t1o + t1m = 0.631(18), t1o – t1m = –0.004(26).

(b) room-temperature crystal structures of pre-heated Na-rich feldspars

Amelia high albite (Ribbe *et al.*, 1969; also Ferguson *et al.*, 1958)

Specimen
No. 31 in the suite of feldspars described by Emmons *et al.* (1953), supplied by R.C. Emmons. Fragment heated at a temperature of 1065 °C for 16 days; optically free from twinning.

Occurrence
From a granitic pegmatite near Amelia, Amelia County, Virginia, U.S.A.

Crystal dimensions
About 0.1 mm on each edge.

Lattice constants
a = 8.149, b = 12.880, c = 7.106 Å,
α = 93.37, β = 116.30, γ = 90.28°,
V = 667.1 Å^3,
a^* = 0.13697, b^* = 0.07782, c^* = 0.15734 Å^{-1},
α^* = 86.10, β^* = 63.63, γ^* = 88.02°,
V^* = 0.0014991 Å^{-3}
(from Ferguson *et al.*, 1958; σ values were given in d_{100}, d_{010}, and d_{001} as 0.002, 0.001, 0.003 Å, and in α^*, β^*, γ^* as 0.03, 0.03, 0.03°. V corrected from original data).

Structural indicators
$\Delta(bc)$ = 0.468, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.508,
$\Delta(\alpha\gamma)$ = –0.013, $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ = –0.011.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: 0.010 (eq. 1), 0.011 (eq. 4),
N_{Or} from a: –0.027 (eq. 5).

Discrepancy factor and number of diffractions used in structure refinement
R = 0.082, No. of $|Fo|$ = 1797
(intensity data by Ferguson *et al.*, 1958 from Weissenberg photographs; structure refinement by Ribbe *et al.*, 1969).

Mean T-O distances
$\langle T1o\text{-O}\rangle$ = 1.6475(30), $\langle T1m\text{-O}\rangle$ = 1.6440(30),
$\langle T2o\text{-O}\rangle$ = 1.6388(30), $\langle T2m\text{-O}\rangle$ = 1.6432(30) Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.281(19), t1m = 0.255(19),
t2o = 0.212(21), t2m = 0.249(21), tot = 0.997(3),
t1o + t1m = 0.536(22), t1o – t1m = 0.027(32).

(c) high-temperature crystal structures of pre-heated Na-rich feldspars

Amelia monalbite at 980 and 1060 °C (Winter *et al.*, 1979; also Duba & Piwinskii, 1974, and Okamura & Ghose, 1975a, 1975b)

Specimen
A fragment of Amelia albite, annealed between 1080 and 1111 °C for 133 days, which became monoclinic at 930 °C; used for intensity data collection at 980 and 1060 °C.

Occurrence
See the section on Amelia low albite in Table A2-a.

Crystal dimensions
Not given.

Lattice constants
At 980 °C:
a = 8.274(5), b = 12.991(6), c = 7.144(4) Å,
α = 90.06(4), β = 116.13(4), γ = 90.05(4)°,
V = 689.4(6) Å^3,
a^* = 0.13462, b^* = 0.07698, c^* = 0.15591 Å^{-1},
α^* = 89.91, β^* = 63.87, γ^* = 89.92°,
V^* = 0.0014505 Å^{-3};
at 1060 °C:
a = 8.297(5), b = 12.994(6), c = 7.144(5) Å,
α = 90.03(4), β = 116.01(4), γ = 89.99(4)°,
V = [illegible](6) Å^3;
a^* = [illegible], b^* = 0.07696, c^* = 0.15575 Å^{-1},
α^* = 89.97, β^* = 63.99, γ^* = 90.00°,
V^* = 0.0014447 Å^{-3}.

Structural indicators
At 980 °C:
$\Delta(bc)$ = 0.420, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.431,
$\Delta(\alpha\gamma)$ = –0.019, $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ = –0.019;
at 1060 °C:
$\Delta(bc)$ = 0.412, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.460,
$\Delta(\alpha\gamma)$ = 0.005, $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ = 0.005.

Compositions from V and a
At 980 °C:
N_{Or} from V: 0.309 (eq. 1), 0.289 (eq. 4),
N_{Or} from a: 0.248 (eq. 5);
at 1060 °C:
N_{Or} from V: 0.351 (eq. 1), 0.331 (eq. 4),
N_{Or} from a: 0.296 (eq. 5).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
At 980 °C: R = 0.040, wR = 0.039, No. of $|Fo|$ = 863;
at 1060 °C: R = 0.044, wR = 0.041, No. of $|Fo|$ = 355.

Mean T-O distances
At 980 °C:
$\langle T1\text{-O}\rangle$ = 1.6470(9), $\langle T2\text{-O}\rangle$ = 1.6367(9) Å;
at 1060 °C:
$\langle T1\text{-O}\rangle$ = 1.6447(33), $\langle T2\text{-O}\rangle$ = 1.6290(39) Å.

Table A2. Continued

Al contents from T-O distances
At 980 °C:
t1 = 0.288(6), t2 = 0.206(7), tot = 0.988(2),
2t1 = 0.577(7);
at 1060 °C:
t1 = 0.306(21), t2 = 0.168(36), tot = 0.947(20),
2t1 = 0.612(26).

(d) low-temperature crystal structures of natural Na-rich feldspars

Ramona low albite at 93 K (Williams & Megaw, 1964)

Specimen, Occurrence, Crystal dimensions, Lattice constants, Structural indicators and *Compositions from V and a*
The specimen was the same as that used by Ferguson *et al.* (1958). Williams & Megaw (1964) used in their work the lattice constants determined by Ferguson *et al.* (1958) at room temperature for the Ramona low albite (see the relevant section in Table A2-a).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
[100] projection: R = 0.111, No. of |Fo| = 239;
[001] projection: R = 0.094, No. of |Fo| = 258
(from Weissenberg photographs).

Mean T-O distances
⟨T1o-O⟩ = 1.7370(60), ⟨T1m-O⟩ = 1.6172(60),
⟨T2o-O⟩ = 1.6220(60), ⟨T2m-O⟩ = 1.6158(60) Å.

Al contents from T-O distances
t1o = 0.960(47), t1m = 0.030(42),
t2o = 0.064(40), t2m = 0.020(42), tot = 1.074(77),
t1o + t1m = 0.990(62), t1o − t1m = 0.930(64).

Amelia low albite at 13 K (Smith *et al.*, 1986)

Specimen
Supplied by G.E. Harlow and G.E. Brown, and investigated by neutron diffraction.

Occurrence
See the section on the Amelia low albite in Table A2-a.

Crystal dimensions
The crystal weighs 0.0264 g and has a volume of 10 mm^3.

Lattice constants
a = 8.1151(8), b = 12.7621(25), c = 7.1576(6) Å,
α = 94.218(12), β = 116.803(8), γ = 87.707(13)°,
V = 659.83 Å^3,
a^* = 0.138064, b^* = 0.078572, c^* = 0.156833 Å^{-1},
α^* = 86.431, β^* = 63.285, γ^* = 90.440°,
V^* = 0.00151555 Å^{-3}.

Structural indicators
$\Delta(bc)$ = 1.024, $\Delta(b^*c^*)$ = 0.980,
$\Delta(\alpha\gamma)$ = 0.985, $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$ = 0.978.

Compositions from V and a
N_{Or} from V: −0.073 (eq. 3), −0.027 (eq. 8),
N_{Or} from a: −0.030 (eq. 9).

Discrepancy factors and number of diffractions used in structure refinement
$R(F^2)$ = 0.0223, $wR(F^2)$ = 0.0298, No. of |Fo| = 2662.

Mean T-O distances
⟨T1o-O⟩ = 1.7433(3), ⟨T1m-O⟩ = 1.6106(2),
⟨T2o-O⟩ = 1.6148(2), ⟨T2m-O⟩ = 1.6165(2) Å.

Al contents from Si,Al site refinement
T1o: 0.997(4) Al; T1m: 1.001(3) Si;
T2o: 1.002(3) Si; T2m: 1.006(4) Si.

Al contents from T-O distances
t1o = 1.010(2), t1m = −0.018(2),
t2o = 0.013(2), t2m = 0.026(2), tot = 1.032(3),
t1o + t1m = 0.992(3), t1o − t1m = 1.029(3).

Composition from Na site refinement
N_{Ab} = 0.972(1).

Memorie della Società Italiana di Scienze naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX - pp.: 111-115, 2000

Geochemistry of yttrium with respect to the rare-earth elements in pegmatites

Carlo M. Gramaccioli*[1] & Federico Pezzotta[2]

[1] *Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi, Via Botticelli 23, 20133 Milan, Italy*
[2] *Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55, 20121 Milan, Italy*

Abstract - The geochemical behaviour of yttrium and of the REEs in the trivalent state is usually described on the basis of differences in the ionic radii; some aspects of the geochemistry of scandium are also explained in the same way. However, the trend observed for the stability constants of the complexes of these elements reported in the literature does not coincide exactly with that of the ionic radii, and accounts for the importance of covalent bonds and *4f* electrons. For instance, the constants of fluoride complexes are about three orders of magnitude higher for Sc than for any REE, and those of Y are higher by a factor of two at least. Such data indicate that the presence of the fluoride ion or of other ligands should lead to notable geochemical differentiation between Sc and Y on one hand and the REEs on the other.

In minerals the abundance ratios between Y and the REEs around Dy, whose ionic radii are close to that of Y, are subject to notable variation, instead of remaining constant as they should have been if the chemical properties of these elements were linked to the ionic radius exclusively; furthermore, a very selective enrichment of scandium with respect to the REEs is observed in some particular minerals. Therefore, the deviation of such abundance ratios from the general average, as well as the very presence of scandium minerals, could indicate a high activity of complexing factors in the depositing fluids.

On examining some particularly evident examples of this situation in granitic pegmatites, the observed paragenesis indeed suggests that whenever such abundance ratios in the Y-, REE- and Sc-minerals are significantly different from the average a relevant concentration of the fluoride ion was present in the depositing solutions. Examples of this kind are the Arvogno pegmatite (Vigezzo valley, NW Italy), the Baveno miarolitic pegmatites (NW Italy), and the amazonite-bearing pegmatites in the Kola Peninsula.

Riassunto - Il comportamento geochimico dell'ittrio e degli elementi delle terre rare nello stato trivalente è normalmente descritto sulla base delle differenze del raggio ionico; similmente sono spicgati alcuni aspetti del comportamento geochimico dello scandio. Tuttavia, i trend osservati per le costanti di stabilità dei complessi di questi elementi riportati in letteratura non coincidono esattamente con quelli stimati in base ai raggio ionici, e danno ragione dell'importanza dei legami covalenti e della presenza degli elettroni *4f*. In effetti, le costanti dei complessi con i fluoro sono circa tre ordini di grandezza più alti per lo Sc che per ogni REE, e quelle dell'Y sono superiori di almeno un fattore due. Questi dati indicano che la presenza degli ioni fluoro o di altri elementi in grado di formare legami possono dar luogo a consistenti differenziazioni geochimiche tra Sc e Y da una parte e REE dall'altra.

Nei minerali i rapporti delle abbondanze tra Y e REE attorno al Dy, i cui raggi ionici sono prossimi a quelli dell'Y, sono soggetti a notevoli variazioni, invece di rimanere costanti come dovrebbero se le proprietà chimiche di questi elementi fossero esclusivamente legate ai raggi ionici; inoltre, un arricchimento molto selettivo in Sc rispetto alle REE è osservabile in alcuni particolari minerali. Quindi, la deviazione di questi rapporti di abbondanza dal valore generale, come anche la notevole presenza di minerali di scandio, potrebbe indicare una elevata attività di fattori complessanti nei fluidi dai quali i minerali si sono depositati.

Esaminando alcuni campioni delle pegmatiti granitiche in cui questa situazione è particolarmente evidente, la paragenesi osservata indica infatti che quando questi rapporti di abbondanza nei minerali di Y, REE e Sc differiscono in modo significativo dal valore normale, una concentrazione rilevante di ione fluoruro era presente nelle soluzioni dalle quali i minerali cristallizzavano. Esempi di questo tipo sono nella pegmatite di Arvogno (Val Vigezzo, NW Italia), nelle pegmatiti miarolitiche di Baveno (NW Italia), e nelle pegmatiti ad amazzonite della penisola di Kola.

Keywords: Y minerals, Sc minerals, REE-minerals, fluoride complexes, granitic pegmatites.

* E-mail: carlo@r10.terra.unimi.it

Introduction

The geochemical behaviour of yttrium and the REEs is a "classic" subject to explain the fundamental importance of the ionic radii in such respect. Whereas the radius of La^{3+} is notably larger than that of Y^{3+}, on increasing the atomic number from Ce to Lu inside the REE group the radii become smaller due to the well-known phenomenon of lanthanide contraction. Such a contraction (from about 1.14 to 0.85 Å at the two extremes of the series, according to Ahrens, 1952) is notable and, as a consequence, the crystal structures of the rare-earth compounds are strongly influenced. For Dy and Ho the ionic radius almost equals that of Y, and as a consequence the separation of these elements is very difficult, even in the laboratory.

Apart from the effects of the well-known geochemical differentiation from the rest of the REEs involving Ce on one hand and Eu on the other, due to the possibility of easily changing their oxidation state, the distribution of the REEs in minerals is strongly connected with the particular crystal structure. A common feature in many localities is the association of different REE-minerals: some of these show a strong prevalence of the lighter REEs (LREE), such as Ce, La and Nd, and some others instead show predominance of the heavier ones (HREE), such as Gd, Dy, Er, and Yb. A typical example of such a situation is the couple of phosphates monazite ($CePO_4$, with notable amounts of La,Nd,etc.) and xenotime (YPO_4, with notable amounts of Dy, Er,Yb,Gd). In spite of their similar chemical composition, the crystal structures of these two minerals are not the same, and a completely different symmetry is even implied, monoclinic for monazite and tetragonal for xenotime; such a diversity in the crystal structures can be reasonably well explained on grounds of differences in the ionic radii, the metal-oxygen distances being shorter for xenotime than for monazite. The chemical behaviour of Y is close to that of the HREEs, and because Y is much more abundant in nature, almost all the HREE-minerals contain large amounts of Y, which is the prevailing element almost universally. The exceptions are rare but, since they do exist (see below), they also should be explained.

Since scandium lies immediately above Y in the same column of the Periodic System, and owing to the lanthanide contraction, the radii of the heaviest REEs approach that of Sc^{3+} (0.81 Å), and it is even slightly smaller. For this reason, Sc in minerals would be expected to accompany especially the last terms of the REE series, such as Yb and Lu. Such a phenomenon does actually occur, for example, for thortveitite ($Sc_2Si_2O_7$), which quite often contains notable amounts of REEs with a strong prevalence of the heaviest ones (Bianchi *et al.*, 1988). However, as it will be shown below, here also a number of "anomalous" cases needing appropriate explanation can be observed.

The importance of complexes

The tendency of all these elements in forming complexes is well known. For instance, a review by Walker and Choppin (1967) reports the stability constants of the complexes of Sc, Y, and the REEs with the fluoride ion, and similar data are also reported by Brookins (1989); see also Gmelin (1980-1990). Among these constants (see Table 1), the first one $K_1 = [MF^{2+}]/[M^{3+}][F^-]$ is known for all the elements here considered, and a comparison between all of them in the same conditions (at 25°C and with a ionic strength of 0.5) is particularly interesting. For instance, the logarithm of K (on decimal basis) ranges from about 2.69 (for La) to 3.47 (for Lu), thereby showing a far greater ease of forming such complexes by the HREEs with respect to the LREEs. The corresponding value for Sc (about 6.18) provides dramatic difference between this element and all the REEs, including the heaviest ones, the value of K being about three orders of magnitude as high; such an argument accounts for the possibility of a markedly different geochemical behaviour of scandium with respect to the REEs and Y whenever the activity of ligands such as the fluoride ion is relevant.

An interesting remark of some historical value based on the microchemical behaviour of Sc is due to Artini (1915) who had the problem of characterising bazzite ($Be_3Sc_2Si_6O_{18}$) for the first time, as a unique occurrence of a scandium mineral then discovered at Baveno. According to a number of tests he had performed at the microscope, this element could be distinguished quite readily from most REEs (apparently including even the heaviest terms, such as Yb) because a "double oxalate" was easily formed, which afforded nice small dodecahedral crystals. Turning to a more modern interpretation of such qualitative tests, here also evidence is provided for a much greater tendency for Sc to form complexes with respect to any REE.

Table 1 - Reactions of complexing with fluoride ion.

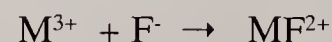
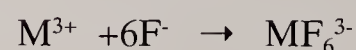
$$M^{3+} + F^- \rightarrow MF^{2+}$$

$$K_1 = [MF^{2+}]/[M^{3+}][F^-]$$

$$MF^{2+} + F^- \rightarrow MF_2^+$$

$$K_2 = [MF_2^+]/[MF^{2+}][F^-]$$

etc.

$$M^{3+} + 6F^- \rightarrow MF_6^{3-}$$

Values of the equilibrium constants at 25°C.

Ion	$Log_{10} K_1$	$Log_{10} K_2$	$Log_{10} K_3$	$Log_{10} K_4$
Sc^{3+}	7.08 (6.18)	5.81	4.48	2.85
Y^{3+}	4.81 (3.90)	3.73	3.60	
La^{3+}	3.56 (2.69)	(2.49)		
Ce^{3+}	3.99 (3.11)	(2.81)		
Gd^{3+}	4.26 (3.40)	(3.28)		
Dy^{3+}	(3.58)			
Er^{3+}	(3.54)			
Yb^{3+}	(3.61)			
Lu^{3+}	(3.47)			

Data from Walker & Choppin (1967), at 25°C and with ionic strength s→ 0, average from different authors. The corresponding data within parentheses are at the same temperature, with s = 0.5

The variation of such stability constants is usually considered to depend on the ionic radius almost exclusively, and the same trend is more or less assumed to hold, the highest values corresponding to the smallest ions. However, if such an hypothesis were true exactly, the value of the corresponding equilibrium constant for Y should be the same as that of Dy, since the ionic radius of Dy^{3+} and that of Y^{3+} are the same (0.92 Å according to Ahrens, 1952). On the contrary (see Table 1), these constants are notably different: for instance, in the same conditions, that of Y is about 2.2 times greater than that of Dy, and it is more than twice as great as that of any REE, including the heaviest ones. Such data provide an evident demonstration that the chemical behaviour of these elements (in the trivalent state) cannot be entirely explained on basis of the ionic radii, and the importance of the REE-exclusive *4f* electrons in affecting covalent bonds (such as those occurring in complexes) is not negligible.

The different behaviour of Y with respect to Dy and the nearby elements has been investigated by a number of researchers involved in the separation and purification processes of the REEs, as well as actinides. These studies provide evidence that the order of the different elements in elution processes from columns of ion-exchange resins can be markedly changed on adding some complexing agents. For an exhaustive review of the subject. see Gmelin's Handbuch (1976), Part B2, 39, pp. 85-89. Springer, Berlin-New York. Similar conclusions may be drawn with respect to other ligands occurring in nature, for which reliable data are also provided (see, for instance: Brookins, 1989): among such ligands, especially the carbonate, the phosphate, chloride, sulphate, or even the hydroxyl ions could be important. It should be noticed that the most marked (and well documented) differences between the stability constants of the Y and REE complexes seem to be those involving the fluoride ion; in addition, here we are purposely limiting our attention to granitic rocks, and therefore in such acidic environments the fluoride ion becomes by far the most important ligand.

Anomalous Y content in REE-minerals

Because the radii of Dy^{3+} and Gd^{3+} practically coincide with that of Y^{3+}, if the behaviour of Y with respect to the REEs would depend on the ionic radius only, in any mineral the abundance ratio of Y with respect to Dy or Gd should always be close to the corresponding value in the Earth's upper crust (6.3 and 5.8 in weight, respectively, according to Taylor & McLennan, 1985). However, in nature ample deviations are sometimes observed (see Table 2). For instance, these ratios were already noticed to vary appreciably in a number of Alpine occurrences by Mannucci *et al.* (1986) and Demartin *et al.* (1991 and 1993).

In particular, Demartin *et al.* (1993) systematically carried out an accurate chemical and crystallographic investigation on a series of Alpine specimens of gadolinite occurring either in fissures or in pegmatites. For most of these samples, the Y/Dy abundance ratio does not show any significant deviation with respect to the Earth's crust average, although the average of such data (7.2 ± 0.4) seems to be significantly high. However, for two pegmatites at Arvogno, Val Vigezzo, the values become notably higher, and the same enrichment in Y is observed not only for gadolinite but also for xenotime from the same locality. Therefore, in agreement with expectation based on crystal-chemical grounds, such a selective concentration of Y does not depend on the nature of the particular mineral, but it should be ascribed instead to substantial differences of composition in the fluid from which the crystals were deposited. The most reasonable hypothesis is that at Arvogno in these fluids a notable concentration of a complexing agent was present, and F (as the fluoride ion) is the most likely candidate. Indeed, and differently from most Alpine pegmatites containing notable amounts of REE-minerals, the Arvogno pegmatites are rich in fluorite, which is present in small lumps closely associated with the REE-minerals (Albertini, 1988).

Table 2-Y/Dy ratio (weight) in samples of gadolinite (1) and xenotime (2).

* according to Taylor & McLennan (1985).
§ material from Alpine fissures: from Demartin *et al.*(1993).
§§ material from Alpine pegmatites: from Demartin *et al.*(1993).
+ from Miyawaki *et al.*(1984).
++ from Nilssen (1973).
¶ from Diella, Pezzotta & Gramaccioli (1997).
† from Aleksandrova *et al.* (1966).
‡ from Belolipetskii &Voloshin (1996).
#associated with monazite-(Nd);unproperly named as coming from Clogstafelberg; it can be more rightly considered as hingganite-(Y), due to low Fe.
The uncertainty of the above reported data is about ±1, unless specified otherwise.

Upper Earth's crust **	6.3	
	(1)	**(2)**
Böckstein, Rauris§	8 (±1)	
Moos, Rauris§	8	
Beura, Ossola§	7	
Hopffeldboden, Obersulzbachtal§	5	
Furka tunnel, Val Bedretto§	7	
Val Nalps, Graubünden§	8	6
"Strada", Arvogno, V.Vigezzo§§	10	
"Bosco", Arvogno§§	24	23
Monte Bassetta,V.Vigezzo§§	6	
Monte Giove#, Val Formazza§	4	
Triolet, Monte Bianco§	8	6
Alpe Veglia, Val Divedro (Simplon)§	6	
Miyazuma-kyo, Japan+	6	
Hundholmen, Norway++	8	
average for granite pegmatites†	6.9	
average for Baveno¶	5.8 (±0.5)	
Tuva, hingganite-(Y)‡	8	
Kola, hingganite-(Y)‡	10	30
Kola, hingganite-(Yb)‡	3	13

Belolipetskii & Voloshin (1996) describe a group of amazonite-bearing pegmatites in Kola Peninsula remarkable for the unusual presence of several REE-minerals very rich in Yb, such as xenotime and thalenite. In some instances, the concentration of Yb becomes so great to give origin to two "proper" Yb-minerals, such as keivyite-(Yb) and hingganite-(Yb): especially for keivyite, these authors have noted a marked "negative Y anomaly": in other words, such an anomaly exactly corresponds to a significant deviation in the Y/Dy abundance ratio from the general average. The most likely way leading to formation of Yb-rich minerals is not only that of selectively concentrating the heaviest REEs, but in view of the general much greater abundance of yttrium, large quantities of Y should also be removed, the most plausible mechanism being based on the complexing action of the fluoride ion. And, indeed, these pegmatites contain a very notable amount of fluorite, which is often closely associated with these REE-minerals. Contrarily to the material from Arvogno, the only reported data concerning xenotime from Kola do not match those of other REE-minerals such as thalenite; however, here a whole series of minerals with varying concentrations of Y and REE occur together and such a complex geochemical situation could certainly be better explained by a more detailed paragenetic study.

Examples of anomalous geochemical behaviour of Sc

The Sc content in REE-minerals is often surprisingly low, even in those strongly enriched in the HREEs. Further evidence for the different geochemical behaviour of scandium with respect to the REEs is that Sc-rich species do not seem to contain particularly high amounts of the REEs, with the only exception of thortveitite in some occurrences (especially Norwegian: see Bianchi *et al.*, 1988, and below).

This situation is evident on examining the data which have been published so far for the few known examples of scandium minerals, such as for instance kolbeckite ($ScPO_4.2H_2O$) from Utah (Larsen & Montgomery, 1940; Mrose and Wappner, 1959), Austria (Postl, 1981), and Italy (Palenzona & Bulgarelli, 1993), or bazzite from the Alps (Huttenlocher *et al.*, 1954; Novacki and Phan, 1964) and from Kazakhstan (Chistyakova *et al.*, 1966). Such conclusions are confirmed by our own examination at an EDS-equipped electron microscope of a remarkably extensive series of samples of Sc-minerals from the collections of Museo Civico di Storia Naturale, or also found by various collectors and kindly submitted to our attention. This series include specimens of such as bazzite, cascandite $CaScSi_3O_8OH$, jervisite $NaScSi_2O_6$ (Mellini *et al.*, 1982), and scandiobabingtonite $Ca_2FeScSi_5O_{14}OH$ (Orlandi *et al.*, 1998) from Baveno, or of kolbeckite from Austria and Italy; in the few cases where it was possible to slightly damage the specimens to get polished samples, a quantitative analysis was also performed at the ARL-SEMQ electron microprobe of Centro CNR per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, located at the Dept. of Earth Sciences of the University of Milan. For most of these minerals, the REEs are nearly always below the detection limit of our instruments (about 0.2%), and also Y is particularly low (for a list of these data see Gramaccioli *et al.*, 2000). Here, again, Fe and Mn, rather than the REEs, seem to substitute Sc.

In line with such observations, Sc is well known to be a minor component of amphiboles, micas, pyroxenes, and especially of complex oxides (such as wolframites, ixiolites, and columbites) where it often replaces iron (Phan, 1963); furthermore, in some REE-minerals, where Sc is instead particularly abundant, such as perrierite from Kazakhstan (Semenov *et al.*, 1966), this element substitutes Fe and Ti rather than the REEs. This surprising situation is confirmed on examining the REE distribution, which shows a marked prevalence of the lighter terms such as Ce and La instead of the heaviest ones such as Yb, thereby pointing out to crystal-chemical incompatibility of the site occupied by the large REE ions with respect to a much smaller ion such as Sc^{3+}. Therefore, Sc, like other minor elements, shows a double geochemical behaviour: at times it follows the REEs (as for instance in thortveitite), and in other cases (as it was first pointed out by Goldschmidt and Peters, 1931) it follows instead Mg, Al and Fe, or other transition elements of the *3d* series.

Such a double behaviour seems to occur even in the same mineral species from different localities. For instance, whereas thortveitite specimens from pegmatite occurrences in Norway, in Malagasy Republic, in Japan and in Russia contain notable quantities of REE and Y (Phan, 1963, and Bianchi *et al.*, 1988), thortveitite from Montana (Foord *et al.*, 1993) and from Baveno (Orlandi, 1990) are quite low in these elements. It is of main interest to point out that thortveitite from Baveno and Montana occur associated with fluorite, whereas thortveitites from Norway, Japan and Malagasy Republic (Phan, 1963; Chistyakova *et al.*, 1966; Phan *et al.*, 1967; Foord *et al.*, 1993) do not seem to be associated with fluorite.

Conclusions

Owing to the regular variation of their physical-chemical properties as a function of the atomic number, the REEs provide a very good ground for testing the geochemical behaviour of a group of elements. Although, the formation of complexes of the REEs, as well as those of yttrium and scandium, has already been studied for a long time by chemists and geologists, the argument should be further considered in explaining a number of geochemical details. Here the situation seems to be promising, since theoretical data and measurements carried out in the laboratory are quite consistent with observation in the field and provide a reasonable explanation of cases occurring in nature when unusual selective enrichment of these elements is taking place; on these same grounds useful predictions can be also formulated, at least in many instances. Consequently, increased attention in these phenomena, as well as in minerals considered too often as being of minor importance, might turn out to be most rewarding, if not essential, in the next future.

Acknowledgements

The courteous collaboration of C. Albertini, I. Campostrini, P. Gentile and A. Guastoni in providing

specimens of great interest is gratefully acknowledged. V. Diella is to be credited for the analyses carried out at the electron microprobe.

The authors are indebted to "Centro CNR per la Geodinamica Alpina e Quaternaria" for financial assistance and equipment; this project has also been financed in part by Progetto 40% MURST 1995 "Aspetti cristallochimici, cinetici e termodinamici delle trasformazioni naturali e sperimentali, dei minerali e delle loro associazioni".

References

AHRENS L.H., 1952 - The use of ionization potentials- 1. Ionic radii of the elements. *Geoch. Cosmochim. Acta,* 2: 155-169.

ALBERTINI C., 1988 - La pegmatite del Bosco, Arvogno (Valle-Vigezzo, Novara). *Riv. Mineral. Ital.,* 11: 65-72.

ARTINI E., 1915 - Due minerali di Baveno contenenti terre rare: weibyeïte e bazzite. *Rendic. Acc. Lincei,* 24: 313-319.

BIANCHI R., PILATI T., DIELLA V., GRAMACCIOLI C.M. & MANNUCCI G., 1988 - A re-examination of thortveitite. *Amer. Mineral.,* 73: 601-607.

BELOLIPETSKII A.P. and VOLOSHIN A.V., 1996 - Yttrium and rare earth element minerals of the Kola Peninsula, Russia. In: Jones A.P., Wall F. and Williams C.T. Editors. Rare Earth Minerals: Chemistry, origin and ore deposits. *Chapman and Hall,* London: 311-326.

BROOKINS D.G. 1989 - Aqueous geochemistry of rare earth elements. In: Lipin B.R. and McKay G.A., Editors. Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements. Reviews in Mineralogy. *The Mineralogical Society of America,* Washington D.C., 21: 201-225.

CHISTYAKOVA M.B., MOLEVA V.A., RAZMANOVA Z.P. & YE A., 1966 - Bazzite found for the first time in the USSR. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR,* 169: 1421-1424.

DEMARTIN F., PILATI T., DIELLA V., DONZELLI S., GENTILE P. & GRAMACCIOLI C.M., 1991 - The chemical composition of xenotime from fissures and pegmatites in the Alps. *Can. Mineral.,* 29: 69-75.

DEMARTIN F., PILATI T., DIELLA V., GENTILE P. & GRAMACCIOLI C.M. 1993 - A crystal-chemical investigation of Alpine gadolinite. *Can. Mineral.,* 31: 127 - 136.

DIELLA V., PEZZOTTA F. & GRAMACCIOLI C.M., 1997 - Preliminary chemical and paragenetic data on gadolinite-(Y) from Baveno (Lago Maggiore, Italy). First International Workshop on Petrology, Rare minerals and Gemstones of Shallow-Depth Pegmatites. Milan, *Museo Civico di Storia Naturale and Società Italiana di Scienze Naturali,* Abstract volume.

FOORD E. E., BIRMINGHAM S.D., DEMARTIN F., PILATI T., GRAMACCIOLI C.M. & LICHTE F.E., 1993 - Thortveitite and associated Sc-bearing minerals from Ravalli County, Montana. *Can. Miner.,* 31: 337-346.

GMELIN'S HANDBOOK OF INORGANIC CHEMISTRY, 1980-1990 - 8th Edition, Volumes D1-D5 (Rare Earth Elements). *Springer Verlag,* Heidelberg-Berlin-New York.

GOLDSCHMIDT V.M. & PETERS C., 1931 - Zur Geochemie des Scandiums. *Nachr. Ges. Wiss. Math.-Physik ,* 4: 257-.

GRAMACCIOLI C.M., DIELLA V. & DOMARTIN F., 2000 - the formation of scandium minerals as an example of the role of complexes in the geochemistry of more eartles and HFS elements Eur. J. Min., in press.

HUTTENLOCHER H., HÜGI TH. & NOWACKI W., 1954 - Röntgenographische und spektrographische Untersuchungen an Bazzit. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.,* 34: 501-504.

LARSEN E.S. & MONTGOMERY A., 1940 - Sterrettite, a new mineral from Fairfield, Utah. *Am. Mineral.,* 25: 513-518.

MANNUCCI G., DIELLA V., GRAMACCIOLI C.M. & PILATI T., 1986 - A comparative study of some pegmatitic and fissure monazite from the Alps. *Can. Mineral.,* 24: 464-474.

MELLINI M., MERLINO S., ORLANDI P. & RINALDI R. 1982 - Cascandite and jervisite, two new scandium silicates from Baveno, Italy. *Amer. Mineral.,* 67: 599-603.

MROSE M.E. & WAPPNER B., 1959 - New data on the hydrated scandium phosphate minerals: sterrettite, "eggonite", and kolbeckite. *Bull. Geol. Soc. Am.,* 70: 1648-1649.

NOWACKI W. & PHAN K.D., 1964 - Composition quantitative de la bazzite de Val Strem (Suisse) déterminée par la microsonde électronique de Castaing. *Bull. Soc. fr. Minér. Crist.,* 87, 453.

ORLANDI P., 1990 - Zibaldone di mineralogia italiana. *Rivista Mineralogica Italiana,* 14, 137.

ORLANDI P., PASERO M. & VEZZALINI G., 1998 - Scandioba-bingtonite, a new mineral from the Baveno pegmatite, Piedmont, Italy. *Amer. Mineral,* 83: 1330-1334.

PHAN K.D., 1963 - Le scandium (Etude bibliographique). *Rev. Chron. Min. et Rech. Min.,* 324: 349-374.

PALENZONA A. & BULGARELLI G., 1993 - La kolbeckite di Bric Colmé (CN). *Rivista Mineralogica Italiana,* 17, 188.

PHAN K.D., FOISSY B., KERJEAN M., MOATTI J. & SCHILTZ J.C., 1967 - Le scandium dans les minéraux et les roches encaissantes de certaines pegmatites malgaches. *Bull. B. R. G. M.,* 3: 77-97.

POSTL W., 1981 - Kolbeckit, ein seltenes wasserhältiges Scandiumphosphat aus dem Steinbruch in der Klause bei Gleichenberg, Steiermark. *Mitt.-Bl. Abt. Miner. Landesmuseum Joanneum,* 49, 23(301)-30(308).

SEMENOV E.I., KULAKOV M.P., KOSTYNINA L.P., KAZAKOVA M.E. & DUDYKINA A.S., 1966 - Scandium content in the quartz-fluorite pegmatites of Kazakhstan. *Geokhimiya*: 244-246.

TAYLOR S.R. & MCLENNAN S.M., 1985 - The continental crust: its composition and evolution. *Blackwell,* London.

WALKER J.B. & CHOPPIN G.R., 1967 - Advan. Chem. Ser. 71, 127-40, cited and reported in Gmelin's Handbuch, 8th Edition, Part C3. *Springer,* Berlin-New York 1976: 123-125.

CONTENTS OF VOLUME XXX

Petr Černý - Constitution, petrology, affiliations and categories of miarolitic pegmatites ... Pag. 5

Alexander U. Falster, Wm. B. Simmons, Karen L. Webber & Tom Buchholz - Pegmatites and Pegmatite Minerals of the Wausau Complex, Marathon County, Wisconsin ... Pag. 13

Federico Pezzotta - Internal structures, parageneses and classification of the miarolitic li-bearing complex pegmatites of Elba Island (Italy) ... Pag. 29

Milan Novák - Compositional pathways of tourmaline evolution during primary (magmatic) crystallization in complex (Li) pegmatites of the moldanubicum, Czech Republic ... Pag. 45

Boris M. Shmakin, Victor Ye. Zagorsky, Eugene E. Foord, Michael E. Brownfield & Paul H. Briggs - New Data for Feldspars and Micas from Granitic Pegmatites in the Southwestern USA ... Pag. 57

Blasi A. & De Pol Blasi C. - Crystal structures of alkali feldspars from granitic pegmatites: A review ... Pag. 73

Carlo M. Gramaccioli & Federico Pezzotta - Geochemistry of yttrium with respect to the rare-earth elements in pegmatites ... Pag. 111

Volume XIII

I - Venzo S., 1961- Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronese. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*

II - Pinna G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia*. *pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*

III - Zanzucchi G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg. 8 tavv.*

Volume XIV

I - Venzo S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*

II - Pinna G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*

III - Dieni I., Massari F. e Montanari L., 1966 - Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - Caretto P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*

II - Dieni I. e Massari F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*

III - Barbieri F., Iaccarino S., Barbieri F. & Petrucci F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano. *pp. 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - Caretto P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*

II - Sacchi Vialli G. e Cantaluppi G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128; 30 figg., 8 tavv.*

III - Pigorini B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - Pinna G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* e *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*

II - Venzo S. & Pelosio G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*

III - Pelosio G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella*. Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - Pinna G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*

II - Montanari L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*

III - Petrucci F., Bortolami G. C. & Dal Piaz G. V., 1970 - Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - Cantaluppi G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee. Loro successione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafici e sistematici. *pp. 5-46, con 2 tabelle nel testo.*

II - Pinna G. & Levi-Setti F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provincia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*

III - Pelosio G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia). I. Fauna del «calcare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - Cornaggia Castiglioni O., 1971 - La cultura di Remedello. Problematica ed ergologia di una facies dell'Eneolitico Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*

II - Petrucci F. 1972 - Il bacino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*

III - Ceretti E. & Poluzzi A., 1973 - Briozoi della biocalcarenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - Pinna G., 1974 - I crostacei della fauna triassica di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*

II - Poluzzi A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*

III - Brambilla G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - Cornaggia Castiglioni O. & Calegari G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriche italiane. Problematica, schede, iconografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*

II - Pinna G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civico di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*

III - Biancotti A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f. t.*

Volume XXIII

I - Giacobini G., Calegari G. & Pinna G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematica di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*

II - Poluzzi A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*

III - Rossi F. 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marchigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - Pinna G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus*, lepidosauro triassico del sottordine *Lacertilia. pp. 7-28, 12 figg., 2 tavv.*

II - Nosotti S., Pinna G., 1989 - Storia delle ricerche e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg., 12 tavv.*

Volume XXV

I - Calegari G., 1989 - Le incisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*

II - Pinna G. & Nosotti S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoecologia del rettile placodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*

III - Caldara R., 1990 - Revisione Tassonomica delle specie paleartiche del genere *Tychius* Germar (Coleoptera Curculionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - Pinna G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*

II - Calegari G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556. 647 figg.*

III - Andri E. e Rossi F., 1993 - Genesi ed evoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera moderne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - Pinna G. & Ghiselin M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematic Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figg.*

II - Leonardi C. & Sassi D. a cura di, 1997 - Studi geobotanici ed entomofaunistici nel Parco Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266.*

Volume XXVIII

I - Banfi E. & Galasso G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi cambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388.*

Volume XXIX

I - Calegari G., 1999 - L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografica. *pp. 1-174.*

MEMORIE

della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXX - Fascicolo II

Bruno Parisi, Aristide Franchino & Alberto Berti

con la collaborazione di

Bona Bianchi Potenza & Daniele Rubini

La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 - 2000

Percorsi storici e documenti

MILANO 21 DICEMBRE 2000

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - Cornalia E., 1865 - Descrizione di una nuova specie del genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - Magni-Griffi F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - Gastaldi B., 1865 - Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - Seguenza G., 1865 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp., 8 tavv.*
V - Gibelli G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria. 16 pp., 1 tav.*
VI - Beggiato F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino. *10 pp., 1 tav.*
VII - Cocchi I.,1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - Targioni-Tozzetti A. 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centrale *(Luciola italica)* e come le fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - Maggi L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - Cornalia E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - Issel A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa. *38 pp.*
II - Gentilli A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac de Come. *12 pp., 8 tavv.*
III - Molon F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'Achiardi A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - Cocchi I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - Seguenza G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - Cocchi I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - Garovaglio S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp. 1 tav.*
IX - Seguenza G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - Dürer B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como. ecc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - Emery C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii. 16 pp., 1 tav.*
II - Garovaglio S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - Targioni-Tozzetti A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - Claparède E. R. e Panceri P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - Garovaglio S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'Achiardi A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi venete. Parte 11. *32 pp. 8 tavv.*
II - Garovaglio S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - Marinoni C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - Marinoni C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - Martorelli G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - De Alessandri G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - Martorelli G. 1898 - Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - Pavesi P., 1901- L'abbate Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - De Alessandri G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - Repossi E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - Repossi E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - Airaghi C., 1917 - Sui molari d'elefante delle alluvioni lombarde, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - Bezzi M. 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - Sera G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - De Beaux O. e Festa E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale. *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - Desio A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - Scortecci G., 1937 - Gli organi di senso della pelle degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - Scortecci G., 1941- I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - Guigilia D., 1944 - Gli Sfecidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - Giacomini V. e Pignatti S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - Vialli V., 1956 - Sul rinoceronte e l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - Venzo S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta.*
III - Vialli V., 1959 - Ammoniti sinemuriane del Monte Albenza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

Bruno Parisi, Aristide Franchino & Alberto Berti

con la collaborazione di

Bona Bianchi Potenza & Daniele Rubini

La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 - 2000

Percorsi storici e documenti

Volume XXX- Fascicolo II

Dicembre 2000

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Bruno Parisi*, Aristide Franchino* & Alberto Berti*

con la collaborazione di

Bona Bianchi Potenza* & Daniele Rubini*

*Società Italiana di Scienze Naturali

La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 - 2000

Percorsi storici e documenti

Riassunto - Il presente volume narra la storia di 145 anni della Società Italiana di Scienze Naturali – nata come Società Geologica in Milano – con il supporto di documenti selezionati dall'Archivio Storico della Società; storia continuamente intrecciata con l'evolversi del pensiero scientifico-culturale e tecnico in Italia, sullo sfondo delle vicende politiche nazionali, dalla seconda metà del XIX secolo in poi, fino all'ultimo scorcio del II millennio.

I testi del capitolo introduttivo, di quelli dedicati ai periodi storici, di quello sui Centri Studio e sui profili dei Presidenti della Società, sono stati compilati da Bruno Parisi. Altre note, nel testo e nell'Appendice, frutto di ricerche d'archivio per la selezione dei documenti di cui alle figure e di riferimento ai testi, sono state curate da Aristide Franchino e dal Bibliotecario Alberto Berti.

Gli Autori ringraziano per la continua assistenza la Segreteria nelle persone di Bona Bianchi Potenza e Daniele Rubini, ideatore del presente volume. Un ringraziamento infine al Museo Civico di Storia Naturale di Milano (che ospita la Società da oltre 130 anni) nella persona del suo Direttore Luigi Cagnolaro.

Abstract - Società Italiana di Scienze Naturali (Italian Society of Natural Sciences). Its history: 1855-2000.

The history of "Società Italiana di Scienze Naturali", based upon documents recovered from its historical file, is here described.

Its origin dates back to 1855, when Prof. Wilhelm von Haidinger, of the Geological Survey of Vienna, asked Prof. Ambrogio Robiati to establish a Geological Society in Milan (at the time Milan was part of the Austro-Hungarian Empire). Since then, history of Società Italiana di Scienze Naturali has been strictly tied with that of Italy, influencing its scientific thought. Many among most prominent scientists of XIX and XX Century have been members of the Society, contributing with their works on different branches of Natural Sciences to the qualitative enhancement of the social magazines, which are now published jointly with "Museo Civico di Storia Naturale di Milano".

INTRODUZIONE

Alle soglie del nuovo secolo, in questo nostro mondo straordinariamente rimpicciolito dalle conquiste tecnologiche che a scala globale presiedono a tutti i generi di contatti, la storia si ripete, analogicamente almeno: all'affermarsi di nuove istituzioni sovranazionali corrisponde tormentosamente, e più o meno consapevolmente, una nuova coscienza del diritto degli uomini come valore prevalente sul diritto degli stessi singoli Stati.

Quale perdurante fermento delle coscienze, si prolunga la convinzione dell'esigenza – già risorgimentale – che mediante le «istituzioni» siano ancora gli Italiani a dover cambiare; e non tanto a partire dagli enti politici, i quali di per se stessi non fanno coscienza morale e civile, bensì da tutte le istituzioni che ne sono le chiavi sociali, scuole e famiglie comprese.

Un secolo e mezzo circa, indietro da noi, l'Italia risorgimentale, investita dalla scossa rivoluzionaria liberal-nazionale fermentante in più di mezza Europa,

da mera «espressione geografica», di metternichiana memoria, si andava trasformando in entità statuale internazionalmente riconosciuta, nel quadro di prospettive che garantissero libertà all'interno del Paese ed equilibrio in Europa.

Allora, alla vigilia dell'unità nazionale, veniva però riconosciuto che fatta l'Italia *«bisogna*(va) *fare gli Italiani»*; il che significava affermare necessario un processo d'aggregazione spirituale, culturale di diverse impostazioni intellettuali, ma insieme ampliare, al di sopra di radicamenti territoriali in essere, gli aneliti dei produttori di cultura in senso cosmopolita, mediante il contatto con i centri e le correnti di pensiero più vivaci e aggiornate, anche solamente perché più ricche di mezzi.

All'ambizione di questa nostra Milano di continuare a proporsi anche quale centro primario di cultura, ha corrisposto il contributo che, quale istituzione, questa Società Italiana di Scienze Naturali (SISN) ha continuato a dare fin dai primi anni della propria fondazione, avvenuta intorno alla metà del secolo XIX, facendosi intermediaria dell'affermazione di un sapere non solamente naturalistico in senso stretto, ma pure applicativo, come dimostrano gli indici dei suoi *Atti e Memorie* alla cui produzione si sono dedicati studiosi suoi Associati, molti dei quali hanno anche acquisito fama internazionalmente riconosciuta.

Milano ha infatti notoriamente sempre visto membri della SISN interessati, quali esponenti delle professioni, della borghesia colta, dell'aristocrazia culturale – clero compreso – a sostenere la carica positiva dell'incoraggiamento delle scienze, arti e mestieri, intrinseca al fenomeno, allora incipiente in Italia, della moderna rivoluzione industriale.

I Soci fondatori della Società, fra i quali personaggi di spicco pure in altre istituzioni milanesi ([1]) e non, a cominciare dal locale Museo Civico di Storia Naturale, hanno trasmesso un'eredità preziosa che altrettanto noti studiosi hanno poi nel tempo valorizzato mediante l'attività sociale, in collaborazione con lo stesso Museo Civico; e ciò necessariamente oltre che a mezzo della diffusione delle proprie pubblicazioni, mediante pure la partecipazione attiva a manifestazioni pubbliche di valenza non solamente nazionale.

Nella prospettiva di funzione sussidiaria del processo d'acculturazione necessario al progresso civile, il perfezionamento in senso moderno della propria struttura organizzativa e l'impegno attuale con il quale la SISN s'addentella alle pubbliche Istituzioni – senza il supporto delle quali finirebbe per ridursi a livello d'entità più o meno elitaria e, come tale, pur sempre marginale – offrono qui l'occasione, alle soglie del nuovo secolo, di riproporsi all'attenzione sia pubblica che privata, oltre che dei numerosi affezionati Associati; e ciò in forza della rinnovata Convenzione con il Comune cittadino, già vigente da circa un secolo e mezzo, in quanto intesa a sostenere la disinteressata generosa attività degli amici del Museo Civico di Storia Naturale e dei componenti la struttura operativa della Società Italiana di Scienze Naturali di Milano.

(B.P.)

([1]) Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Istituto Tecnico Superiore (poi Politecnico di Milano); Società Incoraggiamento Arti e Mestieri ecc.

TABELLA COMPARATA DEI PRESIDENTI DELLA SOCIETÀ E DEI DIRETTORI DEL MUSEO

ANNI	PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ	DIRETTORE DEL MUSEO	ANNI
1855 1858	Ambrogio Robiati (Promotore)	Giorgio Jan (dal 1838)	1855
1859	Emilio Cornalia		1865
1882		Emilio Cornalia	1866 1882
1883 1890	Antonio Stoppani	Antonio Stoppani	1883 1890
1891	(carica vacante)	Ferdinando Sordelli	1891 1892
1892 1894	Gaetano Negri	Tito Vignoli	1893
1895 1898	Giovanni Celoria		
1899	(carica vacante)		
1900 1901	Edoardo Porro		
1902 1903	Cristoforo Bellotti		
1904	Ettore Artini		

<table>
<tr><th>ANNI</th><th>PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ</th><th>DIRETTORE DEL MUSEO</th><th>ANNI</th></tr>
<tr><td>1911</td><td>(continua Ettore Artini)</td><td>(continua Tito Vignoli)</td><td>1911</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1912
1936</td><td rowspan="3">Marco De Marchi</td><td>Ettore Artini</td><td>1912
1927</td></tr>
<tr><td>Ernesto Mariani</td><td>1928</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Bruno Parisi</td><td rowspan="3">1929
1950</td></tr>
<tr><td>1937
1943</td><td>Ugo Brizi</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1944
1951</td><td rowspan="2">Bruno Parisi</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Edgardo Moltoni</td><td rowspan="4">1951
1963</td></tr>
<tr><td>1952
1958</td><td>Luigi Magistretti</td></tr>
<tr><td>1959
1961</td><td>Emanuele Grill</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1962</td><td rowspan="2">Giuseppe Nangeroni</td></tr>
<tr><td>Cesare Conci</td><td>1964</td></tr>
</table>

ANNI	PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ	DIRETTORE DEL MUSEO	ANNI
	(continua Giuseppe Nangeroni)	(continua Cesare Conci)	
			1981
		Giovanni Pinna	1982
1983			
1984	Luigi Cagnolaro		
1994			
1995	Bruno Parisi		
			1996
		Luigi Cagnolaro	1997
2000			2000

(A.B.)

ELENCO DEI PRESIDENTI, VICE-PRESIDENTI, SEGRETARI E VICE-SEGRETARI DELLA SOCIETÀ

ANNI	PRESIDENTI VICE-PRESIDENTI	SEGRETARI VICE-SEGRETARI
1855-1858	Robiati prof. ing. Ambrogio (Promotore, dal 1859 Presidente Onorario)	
1859-1882	Cornalia prof. Emilio Villa cav. Antonio	Stoppani sac. prof. Antonio (1859-1877) Sordelli Ferdinando (1878-1882) Omboni dott. Giovanni (1859-1869) Franceschini Felice (1865-1867) Taramelli prof. Torquato (1865-1866) Marinoni nob. Camillo (1867-1872) Negri Gaetano (1868-1870) Spreafico ing. Emilio (1870-1872) Sordelli Ferdinando (1873-1877) Salmojraghi ing. Francesco (1877-1878) Pini nob. rag. Napoleone (1878-1882)
1883-1890	Stoppani sac. prof. Antonio Villa cav. Antonio (1883-1885) Bellotti dott. Cristoforo (1886-1890)	Sordelli Ferdinando (1883) Mercalli prof. Giuseppe (1884-1889) Martorelli dott. Giacinto (1890) Pini nob. rag. Napoleone (1883-1890) Salmojraghi ing. Francesco (1885)
1891	(carica vacante) Bellotti dott. Cristoforo	Martorelli dott. Giacinto Pini nob. rag. Napoleone
1892-1894	Negri dott. comm. Gaetano Bellotti dott. Cristoforo	Martorelli dott. Giacinto Pini nob. rag. Napoleone
1895-1898	Celoria prof. comm. Giovanni Franceschini rag. Felice	Martorelli dott. Giacinto Sordelli prof. Ferdinando Cottini prof. Ernesto Corti dott. Benedetto (1895-1896)
1899	(carica vacante) Celoria prof. comm. Giovanni	Martorelli dott. Giacinto Sordelli prof. Ferdinando Airaghi prof. Carlo De Alessandri dott. Giulio
1900-1901	Porro sen. Edoardo Salmojraghi ing. Francesco	Martorelli dott. Giacinto Sordelli prof. Ferdinando Airaghi prof. Carlo De Alessandri dott. Giulio

ANNI	PRESIDENTE VICE-PRESIDENTE	SEGRETARIO VICE-SEGRETARI
1902-1903	Bellotti dott. Cristoforo Artini prof. Ettore	De Alessandri dott. Giulio Sordelli prof. Ferdinando Airaghi prof. Carlo (1902) Repossi dott. Emilio De Marchi dott. Marco (1903)
1904-1911	Artini prof. Ettore Sordelli prof. Ferdinando (1904-1905) Besana ing. cav Giuseppe (1906-1911) De Marchi dott. Marco (1909-1911)	De Alessandri dott. Giulio (1904-1909) Repossi dott. Emilio (1910-1911) Repossi dott. Emilio (1904-1909) Mauro ing. Francesco (1910-1911)
1912-1936	De Marchi dott. Marco Mariani prof. Ernesto Livini prof. Ferdinando (1912) Pugliese prof. Angelo (1913-1920) Brizi prof. cav. Ugo (1921-1936)	Parisi dott. Bruno (1912-1923) Moltoni dott. Edgardo (1924-1936) Schieppati dott. Erminio (1912) Griffini prof. Achille (1913-1916) Calegari prof. Matteo (1917-1920) Airaghi prof. Carlo (1921-1925) Desio dott. Ardito (1926-1936)
1937-1943	Brizi prof. cav. Ugo Parisi dott. Bruno Grill prof. Emanuele	Moltoni dott. Edgardo Desio dott. Ardito
1944-1951	Parisi dott. Bruno Grill prof. Emanuele Moltoni dott. Edgardo	Scaini ing. Giuseppe (1944-1945) Mariani dott. Giovanni (1946-1949) Vialli dott. Vittorio (1950-1951) Desio dott. Ardito (1944-1945) Schatzmayr Arturo (1946-1950) Fagnani dott. Gustavo (1951)
1952-1958	Magistretti ing. Luigi Grill prof. Emanuele Moltoni dott. Edgardo	Vialli dott. Vittorio Fagnani dott. Gustavo
1959-1961	Grill prof. Emanuele Moltoni dott. Edgardo Nangeroni prof. Giuseppe	Vialli dott. Vittorio Conci prof. Cesare
1962-1983	Nangeroni prof. Giuseppe Moltoni dott. Edgardo (1962-1964) Viola dott. Severino (1962-1974) Conci prof. Cesare (1965-1983)	Conci prof. Cesare (1962-1964) De Michele dott. Vincenzo (1966-1972) Cagnolaro dott. Luigi (1973-1977) Banfi dott. Enrico (1978-1983) Torchio dott. Menico (1963-1964)

ANNI	PRESIDENTE VICE-PRESIDENTE	SEGRETARIO VICE-SEGRETARI
	Ramazzotti ing. Giuseppe (1975-1983)	De Michele dott. Vincenzo (1965) Rui Luigi (1966-1968) Buscaglia cav. Italo (1969-1971) Dematteis dott. Elisabetta (1972-1982) Tognoni Carlo (1983)
1984-1994	Cagnolaro dott. Luigi Nangeroni prof. Giuseppe (1984-1986 onor.) Conci prof. Cesare (1984-1986) Martelli prof. Minos (1984-1989) Parisi prof. Bruno (1987-1994) Lanzavecchia prof. Giulio (1990-1994)	Banfi dott. Enrico (1984) De Michele dott. Vincenzo (1985-1991) Mansi Marina (1992) Bianchi Potenza dott. Bona (1993-1994) Tognoni Carlo (1984) Pustorino dott. Francesco (1985-1988) Ferri Vincenzo (1989-1994)
1995-2000	Parisi prof. Bruno Lanzavecchia prof. Giulio Laureti prof. Lamberto (1995-1999) Potenza dott. Marco (2000)	Bianchi Potenza dott. Bona Ferri Vincenzo (1995-1997) Rubini Daniele (1998-1999) Panzeri dott. Virginia (2000)

(A.B.)

GLI ANNI DELLA FONDAZIONE: 1855-1866

Correva il 1855 quando, il 18 febbraio *«...domandò dunque il professor Robiati al consigliere Haidinger, come si sarebbe potuto fondare la Società, e se una proposta di fondazione sarebbe stata appoggiata anche da lui stesso...»* ([1]) (Fig. 1). Tale iniziativa fu presa dall'Ingegner Ambrogio Robiati *«dietro suggerimento del consigliere Haidinger di Vienna, direttore dell'Istituto Geologico di quella città e collo scopo che la società venisse in aiuto a quell'Istituto nello studio geologico del Regno Lombardo-Veneto»* ([2]). La risposta fu favorevole e il 25 marzo e il 1 aprile 1855 ci furono le riunioni che abbozzarono il primo Regolamento. Il 10 aprile dello stesso anno fu presentata all'I.R. Luogotenenza la prima domanda di approvazione; solo il 21 gennaio 1856 arrivò dall'I.R. Delegazione provinciale di Milano *«il permesso di poter convenire nel proprio Stabilimento in questa città i diversi Socii promotori già sottoscritti al progetto da esso rassegnato alle competenti Autorità»* Ma l'I.R. Governo, timoroso che ogni riunione di persone illuminate potesse dare esca al sentimento patriottico, protrasse le necessarie autorizzazioni fino al 27 febbraio 1857 (Fig. 2), mentre l'I.R. Decreto di approvazione si ebbe solo il 23 luglio 1857 (Fig. 3). Così la Società Geologica fu la prima in Italia a dedicarsi alle Scienze Naturali e i cultori delle scienze approfittarono della nascita di tale sodalizio per affiancare lo studio delle scienze ai sentimenti patriottici. *«E così la Società visse alcuni anni... impastojata dalle formalità* ([3]) *e dagli incagli posti dal Governo Austriaco e dalle autorità da lui dipendenti nella Lombardia... Ma presto venne l'êra nuova, e mentre l'Italia andò mano mano facendosi... anche la Società crebbe rapidamente, aumentò il numero dei Socj, e si estese a tutte le scienze naturali e a tutta l'Italia»* ([2]). Subito essa avviò pure contatti con l'estero. Sulla scorta del progetto di Statuto sociale in precedenza formato dai promotori (Figg. 4a,b) venne varato (in data 3 novembre 1857) il Regolamento della neonata Società Geologica in Milano, approvato (in via definitiva) da Vienna il 21 luglio 1858 (Fig. 5). In data 1° settembre 1858 venne comunicato ai Soci che l'I.R. Delegazione Provinciale nominava Commissario governativo presso la Società, il Socio dott. Curzio Buzzetti, allora «allievo astronomo» della Regia Specola di Brera. L'avvenuta approvazione del Regolamento generale da parte dell'I.R. Governo venne comunicata ai Soci nella stessa data. A riconoscimento unanime dell'interessamento profuso in quegli anni ai fini dell'erigenda Società, nella seduta del 1° dicembre 1858 venne acclamato Presidente Onorario perpetuo l'ing. prof. Ambrogio Robiati, il quale, nella sede dell'omonimo Istituto scolastico, aveva ospitato l'attività di coloro che erano stati deputati alla realizzazione dell'iniziativa socio-culturale scientifica.

In tale seduta emersero, per elezione, quale Presidente ordinario il prof. Emilio Cornalia, Membro del Regio Istituto Lombardo di Scienze e Lettere; Vice-Presidente l'entomologo e paleontologo prof. Antonio Villa, dell'Ateneo cittadino; Segretari l'Abate prof. Antonio Stoppani, già Custode della Biblioteca Ambrosiana, docente di Geognosia e Mineralogia applicata dell'Istituto Tecnico Superiore di Milano e il geologo prof. Giovanni Omboni, docente all'Università di Padova.

Solamente da allora il sodalizio ebbe la possibilità di cominciare un corso regolare di lavori e sedute, mettersi in relazione con Società affini esistenti all'estero, lasciando quello stato provvisorio che aveva dovuto conservare fino ad allora ([4]).

Dopo la seduta del 23 dicembre, in cui vennero eletti il Conservatore Dottor Cristoforo Bellotti e gli altri membri della Direzione, fino al 1869 la sede concessa dalla Congregazione Municipale (Fig. 6) alla neonata Società per le proprie sedute fu la Sala Astronomica del Palazzo della Specola di via Brera ([5]). Per la storia della Società interessa qui ricordare pure quale fosse l'opinione dei naturalisti sollecitati dalle autorità austro-ungariche, evidentemente in prospettiva geografico-strategica, a costituire un sodalizio di cultori di Scienze Naturali che fosse orientato sia in senso geognostico che geologico-descrittivo.

In seno alla Commissione preparatoria della costituenda Società circa una formulazione della ragione sociale, già nelle sedute dei primi mesi del 1856 erano emerse ben 26 proposte diverse, prima che si arrivasse alla decisione conforme alle considerazioni ministeriali, sostenute dall'Istituto Geologico di Vienna, di costituire una Società Geologica in Milano: intitolazione pur essa nel tempo modificata (Società Geologica di Lombardia, poi Società Geologica residente in Milano), stanti le adesioni di varia provenienza geografica. Secondo i più, il sodalizio avrebbe dovuto abbracciare l'opportunità di «memorie» che riguardassero pure argomenti di Zoologia, Botanica, Mineralogia, Agronomia ([4]). L'aggiunta poi dell'aggettivazione «Italiana» data solamente dalla fine del 1859, da quando il Segretario prof. Omboni ebbe a sottolineare l'opportunità di tener conto dell'avvenuta conclusione del «risorgimento italiano».

([1]) Omboni G., 1859 - Cenno storico. *Atti della Soc. Geol. resid. in Milano*, Milano, 1: 3-14.
([2]) Verbale della prima seduta generale della riunione straordinaria a Biella, 3 settembre 1864. In: *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, Milano, 7.
([3]) La Legge del 26 novembre 1852 sulle Associazioni e sulle adunanze loro, obbligava alla pubblicazione anche dei verbali delle sedute nella Gazzetta Ufficiale del Governo locale.
([4]) Robiati A., discorso del 8 febbraio 1856 in: G. Omboni - Cenno storico. *Atti della Soc. Geol. resid. in Milano*, Milano, 1: 3-14.
([5]) Il patrimonio netto della Società al 30 novembre 1859 ascendeva a fiorini 1554,81 (Rapporto sull'amministrazione sociale, Rag. L. Merati, Adunanza del 22 gennaio 1860) [1 fiorino austriaco = 2,50 lire italiane].

Fu a liberazione avvenuta del Lombardo-Veneto, a seguito della campagna militare d'indipendenza, che nell'adunanza sociale del 22 gennaio 1860 (Fig. 7) si giunse alla definitiva formulazione della ragione sociale tuttora perdurante: «Società Italiana di Scienze Naturali» (SISN). Venne in tale occasione presentato il primo bilancio sociale.

Soci Fondatori risultavano essere allora 153, fra i quali oltre all'ing. Ambrogio Robiati, figuravano noti professori come Cristoforo Bellotti, Antonio Bertoglio, Emilio Cornalia, Giuseppe Balsamo Crivelli, Giulio Curioni, Giovanni Omboni, Gabriele Rosa, i fratelli Antonio e Giovanni Battista Villa e numerosi aristocratici lombardo-veneti, non ultimo l'abate prof. Antonio Stoppani nonché una dozzina di altri autorevoli ecclesiasti. Nell'elenco dei sodalizi stranieri affini, dopo l'Istituto Geologico di Vienna, figurava già allora al primo posto in ordine di data dei contatti esterni, la Smithsonian Institution di Washington, D.C., USA.

La sede della Società avrebbe poi seguito quella del Museo Civico di Storia Naturale, passato nel 1863 nel Palazzo Dugnani, sulla strada della Cavalchina (ora via Manin). Solamente però in data 6 maggio 1866 la Giunta Municipale cittadina comunicò alla neonata SISN l'accoglimento favorevole da parte del Collegio dei Conservatori del Civico Museo di Storia Naturale dell'istanza nuovamente avanzata dalla SISN (dopo una prima datata dicembre 1857), al fine di ottenere che le proprie sedute sociali potessero venire tenute in un locale del Museo, nel quale pure conservare il proprio materiale librario e documentario (Fig. 8).

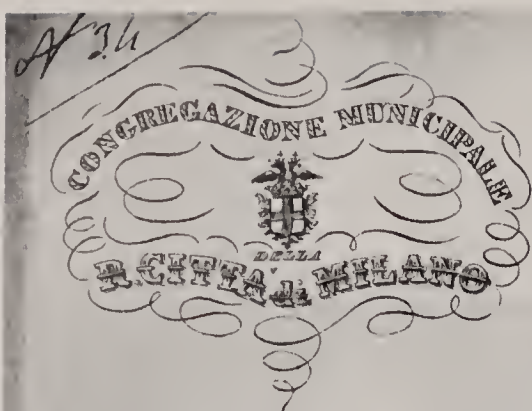
Iniziò così una collaborazione fra Società e Museo che, evolutasi nel tempo, ha condotto a importanti risultati sia sul piano della diffusione della cultura naturalistica a vantaggio dei cittadini non solamente milanesi, stanti gli scambi e i contatti con istituzioni analoghe del resto del Paese e pure straniere. Grazie a tale collaborazione, con la pubblicazione congiunta delle Riviste scientifiche della Società, anche il Museo ha visto diffondere la propria fama (6).

(B.P.)

(6) Agli inizi però – Direttore del Museo G. Jan e Presidente della Società il fondatore Ambrogio Robiati – erano insorte alcune difficoltà di carattere per così dire logistico. Nel dicembre 1857, con lettera inviata alla Congregazione Municipale della Regia Città di Milano, erano state specificate le finalità scientifiche della Società Geologica e *«si invoca dall'illuminato Municipio che voglia prendere sotto la Sua protezione la Società»* concedendole l'uso di qualche locale dove è collocato il Museo, per lo svolgimento delle attività della Società, segnalando nel contempo che le raccolte scientifiche, libri e pubblicazioni della stessa sarebbero divenute proprietà del Museo. Dopo di che, quando sulla Gazzetta Ufficiale compare l'annuncio che la Presidenza della Società aveva posto la sua residenza al Museo Civico, dove potevano essere diretti tutti gli oggetti destinati alla Società, il Municipio (Ordinanza del 19.1.1859 della Congregazione Municipale) chiede spiegazioni al Museo in quanto *«non crederebbe opportuno di acconsentire acché la Società Geologica conservi le sue raccolte nel locale del Civico Museo, essendo affatto incompatibile che due Istituti d'indole analoga ma di spettanza diversa abbiano sede comune, e molto meno che siano frammischiati gli oggetti che sono di proprietà di uno degli Istituti con quelli di cui la proprietà spetta all'altro, ed essendo d'altronde incompatibile eziandio che una Società estranea possa a modo suo metter mano alle Raccolte del Museo come avverrebbe quando a queste fosse frammista la collezione spettante alla Società Geologica, od anche quando soltanto si volessero adoperare le raccolte del Civico Museo per istudii comparativi e continuativi cogli oggetti costituenti la privata raccolta della Società»*. La situazione cambierà nel 1865 quando Cornalia, Presidente della Società diviene anche Direttore del Museo, succedendo a Jan, dando inizio a una fattiva collaborazione fra le due istituzioni e l'Amministrazione Civica di Milano (si veda la tabella di correlazione tra Presidenti SISN e Direttori del Museo). (A.F.)

Fig. 1 - Lettera del 18 febbraio 1855 del prof. ing. Ambrogio Robiati, indirizzata al prof. Guglielmo Haidinger, mineralista e geologo, Direttore dell'Imperiale Istituto Geologico di Vienna, sul suo progetto di riunire i molti eminenti geologi e naturalisti che onorano la Lombardia e di fondare una Società Geognostica in Milano. È il primo documento raccolto nell'Archivio Storico della SISN, catalogato (v. in alto a sin.) con il «N° 1.S.G.» (Società Geologica).

N. 34

CONGREGAZIONE MUNICIPALE DELLA R. CITTÀ di MILANO

Milano 27 febbrajo 1857

N.° 5746 Sez. III

al Sig. Prof.e Ing.e Ambrogio Robiati

Con rispettato Dispaccio Luogotenenziale 17 and. N 1552 P. comunicato mediante Ordinanza Delegatizia 21 corrente N 5748 184. qui soltanto oggi pervenuta la presente Cong. M.e venne incaricata di avvertirlo Sig. Robiati, che S. E. il Sig. Ministro dell'Interno con ossequiato Dispaccio 8 and. mese N 26 R. ha trovato di dichiarare che non havvi difficoltà ad accordare ai Signori Membri della futura Società geologica in Milano la cui definitiva costituzione è ancora in trattazione, il permesso di tenere una preventiva seduta, giusta la domanda espressa nell'acclusa istanza che si rende.

Si aggiunge avere l'Eccelsa I. R. Luogotenenza osservato che dal tenore del citato Dispaccio venne data diretta notizia al Segretario Luogotenenziale Sig. Pirovano, quale Commissario Governativo della prefata Società, pei relativi suoi incombenti.

Il Podestà

Sebregondi

Fig. 2 - Lettera del 27 febbraio 1857 della «Congregazione Municipale della R. Città di Milano» che informa l'ing. A. Robiati del permesso accordato dal Ministro dell'Interno dell'I. R. Luogotenenza «ai Signori Membri della futura Società Geologica per una preventiva seduta», viene inoltre segnalata la nomina del Segretario Luogotenenziale Sig. Pirovano a Commissario Governativo della Società.

N° 37.

N. 20132/4008

Milano li 24 Agosto 1857.

L'I. R. Delegazione Prov.le

Sua Maestà I. R. Apostolica con veneratissima Sovrana Risoluzione 23 Luglio u.s. partecipata dall'I. R. Ministero dell'Interno mediante Dispaccio 8 and.te Agosto N. 21338=727 si è graziosamente degnata di approvare la formazione di una Società Geologica in Milano, in base al progetto di Statuto formulato dai soci fondatori nelle adunanze 16 e 17 Marzo 1856, e con alcune aggiunte riordinato nel modo apparente dall'unito foglio segnato A.

Dovrà però essere soggetto di ulteriore deliberazione dei soci fondatori:

1. La disposizione accennata dai §§ 12 e 13 per la quale potrebbero aggregarsi alla società dei soci onorarj, venendo rimesso al criterio dei soci fondatori l'ammettere, od il non ammettere tale categoria di soci.

All Sig.r Ingegnere Amb.o Robiati, Promot.re della Società Geologica
Cont.da S. Paolo N. 947 in Milano.

Fig. 3 - Lettera (1ª pagina) del 24 agosto 1857 dell'I. R. Delegazione Provinciale all'ing. Ambrogio Robiati, Promotore della Società Geologica, Contrada S. Paolo n. 947, comunicante da parte di «Sua Maestà I. R. Apostolica» la «veneratissima Sovrana Risoluzione del 23 luglio» e che «si è graziosamente degnata di approvare la formazione di una Società Geologica in Milano».

Elenco dei Socii per la Società Geologica di Lombardia

1 Robiati Ing. Prof. Ambo.
2 Cornalia Dott. Emilio
3 Bazzoni Prof. Gaet.
4 Villa Ant.
5 Villa Gio. Batt.
6 Visconti March. Ermes
7 Rocca Saporiti March. Apollinare
8 Mondolfo Sebastiano
9 Fedrighini Ing. Milos di Zernica
10 Aschieri Ing. Gio.
11 Delaso Dott. Franc.
12 Bermani Ing. Cesare
13 Vandoni Ing. Gius.
14 Turati Ernesto
15 Savoja Arch. Gio.
16 Marani Gio.
17 Amati Mauro
18 Albanelli Filippo
19 Ambrosoli Avv. Lod.
20 Bingler Ing. Carlo
21 Gasparetto Dott. Carlo
22 Bossi Cimbale
23 Tornaghi Dott. Aless.e ~~[illegible]~~ (Com.) +
24 Visconti Duca Raimondo di Modrone
25 Butti Sac. Angelo
26 Conti Francesco
27 Manfredi Ing. Luigi
28 Bianchi Ant.
29 De Vecchi Ing. Biagio
30 ~~Gilardi Filippo di Bergamo~~ +
31 Bizzozero Pietro Prevosto di Brenna
32 Fumagalli Ing. Stefano
33 Brocca Gius.
34 Stoppani Sac. Ant. di Lecco
35 Riva Palazzi Gio.
36 [illegible] Ing. Filippo Bergamo +
37 Massarotti Prof. Vincenzo
38 Ragazzoni Gius. (Farmacista di Brescia)
39 Cera Prof. di Brescia
40 Maineri Ing. Ant.
41 Piazzoni Nob. Costanzo Bergamo
42 Donadoni Filippo Bergamo
43 Ruspini Bergamo
44 Rosa Bergamo
45 Bogliani Franc.
46 Balsamo Crivelli Prof. Gius.
47 Curioni Nob. Giulio
48 Vaccani di Fort Olivo barone Camillo
49 Bertolio Ant.
50 Fabi Massimo ~~[illegible]~~
51 Sessa Luigi Prof. della [illegible]
52 Borromeo Co. Renato
53 Testa Dott. And.
54 Canetta Dott. Carlo
55 Regnoldi Dom.
56 Bogani Dott. Inn.
57 Gallazzi Dr. Michele
58 Merati Ing. Luigi
59 Sirozzi Aless.o di Soave
60 Barbetta Angelo farmacista di Mantova
61 Bellotti Prof. Aless. Dirett. dell'Ist. Bossi
62 Salari Ing. Gio.
63 Sanseverino Co. Faustino
64 Basso [illegible] di Soresina
65 Varischi Ant.
66 Pisani Ing. Gius.
67 Foico Ing. Bartol.
68 De Villeneuve Gius.
69 Schizzi Co. Folchino
70 Cavezzali Francesco
71 Cantù Augusto
72 Mirola Prof. Carlo Dirett. del Coll. Baranzano

Fig. 4a - Primo elenco manoscritto (1ª pagina) dei «Socii» aderenti alla proposta di istituire la Società Geologica di Lombardia.

Elenco dei Socj fondatori della Società Geologica di Milano

Approvata con decreto di S. M. I. R. A. 23 Luglio 1857.

Albanelli ragioniere Filippo, Milano
Amati Mauro, Milano
Ambrosoli avvocato Lodovico, Milano
Annoni D. Carlo, parroco di Vittuone
Archinto Ecc. conte Giuseppe, Milano
Arrigoni ingegnere Giuseppe, Introbbio
Aschieri ragioniere Giovanni, Milano
Badoni Giuseppe, Lecco
Balsamo Crivelli nobile Giuseppe, professore, Pavia
Baraldi dottor Pietro, direttore dell'I. R. Scuola Reale di Milano
Barbetta Anselmo, Mantova
Barbò di Soresina marchese Pietro, Milano
Barzanò professore Gaetano, Milano
Belli professor Giuseppe, Pavia
Bellotti professore Alessandro, direttore dello Stabilimento Bosisio di Monza
Bellotti dottor Cristoforo, Milano
Bermani ingegnere Cesare, Milano
Bertazzi padre Gallicano, Milano
Bertolio Antonio, Pavia
Bianchi Antonio, Milano
Bingler ingegnere Carlo, Milano
Bogani dottor Innocente, Milano
Borromeo conte Renato, Milano
Bossi Annibale, Milano
Bossi Gio. Batt., ingegnere per le Strade Ferrate, Milano
Brocca Giuseppe, Milano
Brotti Francesco, Milano
Bucchia professore, Padova
Butti sacerdote Angelo, Milano
Buzzoni Pietro, Viceparroco a Brenna
Buzzetti professor Curzio, Milano
Cabiati Annibale, farmacista, Milano
Canetti dottor Carlo, Milano
Cantù professore Ignazio, Milano
Caprioli conte Tommaso, Brescia
Cavalleri professor Giovanni, Barnabita, Monza
Cavezzali Francesco, Milano
Cerri Francesco, Milano
Cesati sacerdote Antonio, Milano
Clerici nobile Pietro, Milano
Cornaggia professor Luigi, Barnabita, Monza
Cornalia dottor Emilio, aggiunto al Museo Civico, Milano
Crivelli marchese Luigi, Milano
Curioni nobile Giulio, Milano
Dansi professore Alessandro, Milano
D'Arco conte Luigi, Mantova
De Orchi nobile Vincenzo, segretario alla Prefettura di Finanza, Milano
Della Volta professor Matteo, Vicenza
De-Vecchi ingegnere Biagio, Milano
De Villeneuve Giuseppe, Milano
Donadoni Filippo, Bergamo
Donati D. Cesare, Milano
Donati ing. Carlo, assessore municipale, Crema
Dossena ingegnere Felice, Milano
Erra Luigi professore di Storia Naturale, Brescia
Fabi Massimo, Milano
Favagrossa Giuseppe, Milano
Fedrighini ingegnere Attilio, Sarnico
Ferrario ingegnere Emilio, Milano
Ferrario Padre Ottavio, Milano
Foico ingegnere Bartolomeo, Milano
Fossati ingegnere Carlo, Milano
Fumagalli ingegnere Stefano, Milano
Gallnzzi nobile Michele, Milano
Galli professor Bernardo, Barnabita, Monza
Garavaglia ingegnere-architetto Maurizio, Milano
Gasparetti dottor Carlo, Milano
Ghiotti Alessandro, Milano
† Gilardi Felice, Milano
Giordani professore Giuliano, Napoli
Keller professore, Padova
Lombardini ingegnere Elia, direttore all' Ufficio delle Pubbliche Costruzioni, Milano
Macchi Michele, Milano
Maineri ingegnere Antonio, Milano
Maldifassi Giuseppe, Milano
Manzi M. R. professore, Barnabita, Milano

Fig. 4b - Elenco stampato dei «Socj fondatori» della Società Geologica di Milano, approvata con decreto di S. M. I. R. A. del 23 luglio 1857.

Marani Giovanni, Milano
Masserotti professor Vincenzo, Milano
Mari nobile Filippo, ingegnere in capo delle Stazioni delle Strade Ferrate, Verona
Manganotti professore Antonio, Verona
Merati ragioniere Luigi, Milano
Minola professor Carlo, direttore del Collegio, Monza
Molteni ingegnere Giuseppe, Milano
† Mondelli dottor Francesco, Como
Mondolfo Sebastiano, Milano
Monfrini ingegnere Luigi, Milano
Moraglia ingegnere Pietro, Milano
Mussi Giuseppe, Milano
Negri Pietro, Milano
Omboni dottor Giovanni, Milano
Orsini professore Antonio, Ascoli
Osculati Antonio, Milano
Panserini Gio. Battista, Milano
Parea ragioniere Giuseppe, Milano
Parolini nobile Alberto, Bassano
Peluso dottor Francesco, Milano
Piazzoni nobile Costanzo, Bergamo
Piccinini Giuseppe, Bergamo
Piccioli Francesco, farmacista, Milano
Picozzi Alessandro, Sovere
Pirona professore Jacopo, Udine
Pirona professore Giulio Andrea, Udine
Pisani ingegnere Giuseppe, Milano
Pizzagalli Giovanni, Milano
Pogliani ingegnere Carlo, Milano
Pogliani Francesco, Milano
Rajnoldi Domenico, Milano
Randi dottor Giacomo, professore, Padova
Ravioli ingegnere Edoardo, Milano
Regazzoni Giuseppe, Brescia
Rescalli marchese Paolo, Milano
Resnati Giovanni, Milano
Restellini D. Giuseppe, canonico, Milano
Riva-Palazzi Giovanni, Milano
Robiati ingegnere Ambrogio, professore, Milano — *promotore della Società*
Rocca-Saporiti marchese Apollinare, Milano
Rosa Gabriele, Bergamo
Rospini Angelo, Milano
Rossi dott. Luigi, professore, Venezia
Ruspini Giovanni, Bergamo
Sacchi Archimede, Milano
Sacchi Luigi, Milano
Salari ragioniere Giovanni, Milano
Sanseverino conte Faustino, Milano
Sant'Ambrogio professore Lorenzo, Milano
Sartorio Antonio, Milano
Savoja cav. Giovanni, architetto, Milano
† Schizzi conte Folchino, Milano
Scola Lorenzo, Milano
Scotti Giuseppe, Milano
Scotti Ecc. duca Tommaso, Milano
Selmi Antonio, professore di Chimica, Modena
Sessa Luigi, presidente della Camera di Commercio, Milano
Solera professore Giovanni, Crema
Spinelli Gio. Battista, Verona
Stoppani D. Antonio, Milano
Testa dottore Andrea, Milano
Tettamanzi ingegnere Amanzio, Milano
Tinelli Carlo, Milano
† Tornaghi dottore Alessandro, Milano
Turati Ernesto, Milano
Turazza professore Domenico, Padova
Vacani di Forte Olivo barone Camillo, Tenente Maresciallo, Milano
Vandoni Giuseppe, Milano
Varischi Ambrogio, Milano
Villa Antonio, Milano
Villa Gio. Battista, Milano
Visconti Ermes marchese Carlo, Milano
Visconti di Modrone duca Raimondo, Milano
† Venanzio dottor Federico, Bergamo
Venanzio professor Giuseppe, Bergamo
Zambra professore Bernardino, Venezia.

NB. I Socii prenotati colla croce sono defunti.

Tip. Bernardoni

Segue Fig. 4b

Copia 1ª

Regolamento
per la Società Geologica di Lombardia.

1. La società porterà il titolo di Società Geologica di Lombardia, e sarà residente in Milano.

2.° Lo scopo di essa è di concorrere al progresso degli studii geologici nella Lombardia. Essa si occupa della formazione di collezioni geognostiche dipartimentali o provinciali, componenti la raccolta topografica della Lombardia. A tale scopo essa provvede libri, opere periodiche, carte geologiche, pezzi occorrenti alle collezioni, assiste alla lettura di memorie, pubblica occorrendo i proprj atti.

3.° Il numero dei socii è illimitato: questi saranno di due categorie; socii effettivi e socii corrispondenti, gli effettivi si suddividono in contribuenti ed onorarii. I socj contribuenti pagano un contributo annuo di aus. £ 20 pagabili in due rate semestrali anticipate. I socj corrispondenti sono nominati fuori di Lombardia e non sono soggetti ad alcun contributo.

4.° Per appartenere alla Società bisogna essere proposto da un socio ed eletto dalla adunanza generale.

5.° La società tiene da dodici a quindici sedute ordinarie all'anno, le quali saranno fissate anticipatamente onde vi possano aver parte anche i socii residenti nei paesi e nelle altre città, i quali si trovassero o volessero venire in Milano, senza il bisogno di una lettera d'invito.

6.° I doni fatti alla Società di libri o di oggetti verranno inventariati e citati negli atti col nome del donatore.

7.° La società è rappresentata da un consiglio di direzione, composto di:

1 Presidente,
1 Vice-Presidente,
2 Segretarii,
2 Vice-Segretarii,
1 Conservatore,
1 Vice-Conservatore.

8.° La parte economica della Società è retta da un consiglio di amministrazione composto di tre socii.

9.° La parte esecutiva è affidata ad un economo e ad un cassiere.

10.° Al principio d'ogni anno sociale si redigerà il conto delle spese incontrate nell'annata passata, e sarà sottomesso all'approvazione dei socii effettivi.

11.° Nel caso che la società venga a sciogliersi tutto viene donato al Municipio di Milano pel Museo civico, da conservarsi separatamente col titolo di Collezione della Società Geologica per istruzione della gioventù Lombarda.

Fig. 5 - La 1ª Copia del Regolamento per la Società Geologica di Lombardia è datata 1° aprile 1855. Il Regolamento Generale della «Società Geologica in Milano» viene approvato dall'I.R. Governo il 21 luglio 1858.

12° Allorchè la Società sarà graziosamente approvata da Sua Maestà, nella prima adunanza generale completerà il proprio regolamento organico per quanto riguarda l'interna amministrazione e la parte economica.

Disposizioni transitorie.

1° Fino a che la Società non abbia proprii locali e proprie collezioni i Socii sottoscrittori accettano l'offerta dell'Ing.r Prof.re Robiati di potersi radunare nelle sale del proprio Istituto e colla libera disponibilità dei gabinetti ecc. ecc.

2° All'oggetto di presentare analoga domanda per l'approvazione di detta Società i Socii sottoscrittori incaricano i Sig.i Robiati, Mondy, Venanzio, Cornalia, A. Villa, Ab. Rocca Saporiti con facoltà di ottenere dalla Superiorità l'approvazione della Società costituente sì col titolo e colle basi fondamentali contenute nel presente Regolamento.

1 Aprile 1855.

Sott. Prof. Dir. A. Robiati.
Seguono le sottoscrizioni.

Sott. D.r Gaetano Balsamo
D.r Federico Venanzio
Annibale Bossi
Antonio Villa
D.r Emilio Cornalia
Giò Battista Villa
Avv. Lodovico Ambrosoli
Ing.r Attilio Federighini
S. Angelo Butti
Savoja Giò Architetto
Sebastiano Mondolfo
Carlo Visconti Ermes
Giovanni Riva Palazzi
Ing.r Giuseppe Vandoni
Apollinare Rocca Saporiti
Giovanni Morari
[illegible] Pietro [illegible]

Sott. Ing.r Antonio Mainoni
Francesco Ferri
Scotti Giuseppe
Bertolio Antonio
Pogliani Francesco
G. Baldassare Crivelli
Giulio Curioni
Filippo Albonelli
Barone Camillo Vacani [illegible]
Tetta Andrea
D.r [illegible] Carelli [illegible]
Matteo Amati
Rag. Felice Gilardi
Domenico Bagnoli
A. Giovanni Polari
Faustino Sanseverino
Marchese Pietro Barbò di Soresina
Ernesto Turati

Segue

Segue Fig. 5

Milano 23 Gennajo 1859

DIREZIONE
DEL CIVICO MUSEO
DI MILANO

Al Signor Dottor Emilio Cornalia Aggiunto alla Direzione del Civico Museo

1/1

Onde uniformarvi all'incarto fattole dalla Congregazione Municipale questa Direzione le comunica l'unita copia dell'Ordinanza emessa dalla prefata Cong.ne Municipale in quanto all'uso dei locali civici per le occorrenze della Società geologica.

Jan Dir.

Fig. 6 - Lettera del 23 gennajo 1859 del Direttore del Civico Museo di Milano Giorgio Jan, comunicante al Sig. Dott. Emilio Cornalia, Aggiunto alla Direzione del Civico Museo, l'Ordinanza della Congregazione Municipale «in quanto all'uso dei locali civici per le occorrenze della Società Geologica».

SOCIETÀ GEOLOGICA

RESIDENTE

IN MILANO

N.º ~~110~~. 108

Pregiatissimo Signore

Come Le è ben noto, la nostra Società, fin dal suo principio, non si è occupata soltanto di geologia, ma anche di altre scienze naturali, e così intende di continuare in avvenire, a fine di promuovere il progresso degli studj relativi a queste scienze in Italia. Per mettere d'accordo con questo fatto il proprio titolo, la Società, sopra proposta di molti Socj, e seguendo le norme volute dai suoi regolamenti, ha deciso nella adunanza del 22 corrente mese, di cambiare il suo titolo attuale in quello di SOCIETA' ITALIANA DI SCIENZE NATURALI.

In conseguenza di ciò i primi due paragrafi del Regolamento Generale *furono modificati nel modo seguente:*

§ 1.º La Società porterà il titolo di SOCIETA' ITALIANA DI SCIENZE NATURALI.

§ 2.º Lo scopo di essa è di promovere il progresso degli studj relativi alle scienze naturali in Italia.

Adempio con piacere l'incarico di parteciparle queste decisioni, dalle quali saranno facilitate l'aggregazione di nuovi Socj e la presentazione d'un maggior numero di lavori, per cui si aumenterà l'importanza della nostra Società; e colgo quest'occasione per dirmi

Milano, 23 gennaio 1860.

Di Lei devotissimo Servo
Giovanni Omboni, Segretario.

Fig. 7 - Comunicazione ufficiale del 23 gennaio 1860 ai Soci del cambiamento di denominazione della Società Geologica residente in Milano in quella di «Società Italiana di Scienze Naturali» a firma del «Di Lei devotissimo Servo Giovanni Omboni, Segretario».

18/71/12

GIUNTA MUNICIPALE
DELLA CITTA' DI MILANO

Divisione II^a Sez^e 2^a

Protocollo 2/507.
333.

...posta a Nota N. .... Divis. ....

...re nella risposta i numeri della presente e la Divisione.

Oggetto

6. Maggio 1866

Sull'esito dell'istanza presentata il 23. corrente da codesta Onorevole Società Italiana di scienze naturali, la Giunta Municipale pregiasi di comunicarle che in seguito al voto favorevole emesso dal Collegio dei Conservatori del Civico Museo, Essa accorda alla Società l'invocata facoltà di tenere precariamente in altro dei locali del Museo le proprie sedute e di deporvi gli scaffali delle proprie librerie.

Nel compiacersi di darle una tale comunicazione, il sottoscritto porge poi a nome della Giunta i suoi ringraziamenti all'On. Presidenza della Società pel gentile invio al Municipio degli atti della Società stessa, e si pregia d'avvertirla che va a dare le opportune disposizioni alla Direzione del Civico Museo onde possa la Società sollecitamente giovarsi delle concesse facoltà.

Coi sensi della più alta stima e considerazione

Il Sindaco
Beretta
BERETTA

All'On. Società Italiana
di scienze naturali in Milano

Fig. 8 - Lettera del 6 maggio 1866 della Giunta Municipale della Città di Milano, a firma del Sindaco Beretta, concedente facoltà alla Società Italiana di Scienze Naturali di tenere nei locali del Civico Museo «le proprie sedute e di deporvi gli scaffali delle proprie librerie».

IL PRIMO CINQUANTENNIO: 1857-1906

Nel suo primo cinquantennio *«ebbimo periodi lieti e momenti difficili; anche a quest'ultimi possiamo ripensare serenamente, oggi che, usciti fuor dal pelago alla riva, dobbiamo solo curare di far tesoro dell'esperienza passata»* ([1]). Le motivazioni di tali alterne vicende vanno innestate ovviamente nello sfondo socio-culturale dell'Italia umbertina in cui, nel processo di modernizzazione nazionale, Milano andava rafforzando il proprio ruolo: e ciò entro la cornice di vicende politiche che andavano concretando un'unificazione centralistica mediante l'affermazione di una struttura privilegiante una borghesia, la quale, ormai superata in chiave romantica l'ottimistico razionalismo illuminista del XVIII secolo, era animata da tensione imprenditoriale, nel senso non solamente dell'industrializzazione, ma pure del rinnovamento dell'assetto dell'agricoltura, a cominciare almeno da quella lombardo-veneta. Le grandi discipline della scienza classica erano divenute scienze almeno apparentemente compiute, mentre erano nate nuove scienze che contribuivano all'estensione del dominio dell'uomo sulla natura ed entravano nel mondo delle applicazioni tecniche per contribuire alla civiltà industriale ([2]).

Era peraltro tempo in cui da un cànto, secondo i dati statistici di subito posteriori all'unificazione d'Italia, sul paese gravava il peso di un 77% della popolazione incapace di leggere e scrivere. D'altro lato, tensione industriale e politica statalistica stimolavano lo sviluppo delle Scienze quali fattori favorevoli alle istituzioni culturali accademiche e non, compresa l'affermazione di periodici specializzati ([3]): quali appunto anche gli *Atti* dell'attività della SISN che, dopo un primo volume comprensivo dei primi quattro anni di vita del sodalizio (1855-1859) (Fig. 9), comparvero in seguito regolarmente al ritmo di un volume all'anno (Fig. 10). Furono anzi poi integrati, a cominciare dal 1865, con la pubblicazione di *Memorie* (Fig. 11a), consistenti di contributi di maggior mole e impegno anche in prospettiva applicativa di rilievo (Fig. 11b): cioè ai fini, ad esempio, della bachicoltura e dell'industria serica, con la lotta contro la pebrina, le spore della quale, in onore dell'allora Presidente della SISN e Direttore del Museo (1865-1882) Emilio Cornalia, dall'insigne biologo e chimico francese L. Pasteur vennero classificate come «corpuscoli di Cornalia»; così pure a sostegno della viticoltura, non meno importante per l'economia, colpita sia dalla peronospera sia dalla politica daziaria austriaca; o ancora a favore della piscicoltura, come contro le malattie degli agrumi; o per la cartografia geologica, glaciologica e della infrastruttura ferroviaria ecc.

Nell'attività sociale si aggiunsero le occasioni felici di diverse Riunioni straordinarie «fuori sede», a cominciare da quella di Biella (3-6 settembre 1864), presieduta dal Senatore Quintino Sella, fondatore, un anno prima, del Club Alpino Italiano (Fig. 12); poi a La Spezia (8-21 settembre 1865), promuovendovi il primo Congresso Internazionale d'Antropologia ed Archeologia preistorica; a Vicenza (14-17 settembre 1868), quando appena fra i Soci della Società figurava pure Charles Robert Darwin (Fig. 13), il celebre autore di *L'origine della specie attraverso la selezione naturale* (1859); a Catania (23-26 agosto 1869) (Fig. 14), con importanti sezioni zoo-botaniche sulle malattie degli agrumi; a Bologna (25 giugno 1871) (Fig. 15) in concomitanza con il Congresso Internazionale sulla Preistoria; a Siena (22-25 settembre 1872) (Fig. 16) con seduta congiunta con la Società Entomologica Italiana; a Varese (24-27 settembre 1878) (Fig. 17) in relazione con l'interesse suscitato anche dalla stazione archeologica del lago locale (palafitte dell'Isolino Virginia). Il tutto con il complemento di partecipate escursioni, secondo consuetudine continuativamente perseguita anche in seguito.

Stante l'estensione degli interessi dei suoi associati (Figg. 18a,b), non mancò necessariamente la partecipazione a Congressi vari, quali quelli dei naturalisti svizzeri (Lugano, settembre 1860; Ginevra, 1865 e 1875); Congresso Agrario di Como (luglio 1865); Congresso Paleontologico di Neuchâtel (agosto 1866); Congresso Internazionale di Paleontologia e di Archeologia (Parigi, agosto 1868); oltre a quello di Statistica (Firenze, settembre 1867).

Fra le benemerenze della Società emerse la promozione, nel quadro delle manifestazioni per l'Esposizione Universale (Milano, maggio 1881), della Mostra Etnografica, premiata in quell'occasione con medaglia d'argento; da essa originò il Museo Etnografico Municipale con il concorso dato all'acquisto dei Cimeli Voltiani, nonché ancora alle esplorazioni palafitticole del Varesotto, alle ricerche speleologiche nelle grotte di Laglio, agli scavi negli scisti di Besano e nelle ligniti di Leffe che arricchirono il Museo Civico di importanti fossili. L'esposizione rappresentò notoriamente un momento, sia pur mondano ma significativo, del processo di modernizzazione sociale; su questo terreno, scoperte scientifiche e insieme innovazioni tecnologiche si fanno spettacolo quale *«modello integrativo tra le forme della nascente industria hard e dell'industria culturale milanese in progresso»* ([4]). Si era allora quasi alla vigilia degli anni dei quali Gaetano Salvemini avrebbe scritto (1899) *«quello che oggi pensa Milano, domani lo penserà l'Italia»* (Figg. 19-22).

Non mancarono tuttavia in quegli anni, per la Società pure le ombre manifeste nella pesantezza di re-

---

([1]) ARTINI E., 1907 - Seduta inaugurale. *Atti del Congresso dei Naturalisti Italiani* promosso dalla Società Italiana di Scienze Naturali, Milano, 15-19 settembre 1906, pag. 19 e segg.
([2]) DAUMAS M., 1976 - *Le scienze del mondo fisico. Storia della Scienza*, Laterza, Bari, III, p. 125.
([3]) APOSTOLO F., 1999 - In nome del pubblico sovrano. - *Libri, Giornali e Riviste a Milano*, A.I.M., Milano, p. 49.
([4]) COLOMBO F. (et al.), 1999 - ibidem, pp. 17-23.

sidui passivi (969,73 lire, a fine 1879) e di una rimanenza attiva ridotta a soli 6 centesimi, a fine anno sociale 1880, stante la riduzione del numero dei Soci effettivi, soprattutto per effetto della nascita di diverse altre Società di scienze naturali e affini in altre città. Oltretutto, nel corso degli anni nei quali l'abate Stoppani passò da Segretario a Presidente del sodalizio milanese (1883), ebbe a pesare la sua posizione nella vicenda-dibattito sui meccanismi dell'evoluzione, non più limitantesi alla contrapposizione fra darwinismo e creazionismo; Stoppani *«enfatizzando l'atto della Creazione come quella in cui sono in germe tutte le possibilità, si disinteressò delle modalità in cui queste possibilità si realizzano»* ([5]) e a causa del tipo particolare del suo discorso, inteso a conciliare scienza e fede religiosa, quale capo spirituale della lombarda corrente del pensiero rosminiano, *«s'isolò da un mondo Scientifico che viveva una sua fondamentale rivoluzione (quella del metodo storico-critico) tenendosi in disparte dal dibattito biologico e paleontologico»* ([6]).

A tutto onore però dell'insigne autore (1856) degli «Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia», Presidente della SISN (1883-1891) e insieme Direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Milano che ospitava la Società, gli si deve attribuire il merito di essere stato autorevole promotore della realizzazione, avviata nel 1883, della nuova sede di Corso Venezia del Museo Civico, alle cui raccolte di materiale geologico-paleontologico diede contributo fondamentale.

Nell'ultimo scorcio del secolo XIX, a rinvigorire la Società s'adoperò il Prof. Giovanni Celoria, astronomo illustre della Specola di Brera che, accettando nel 1895 la Presidenza della Società, seppe con mano ferma e con l'autorità del suo nome, infondere nuova energia al sodalizio; proprio promuovendo una più intima e proficua sinergia con il Civico Museo ([1]); lo testimonia il fatto che a cominciare dal 1896, per concorde decisione presa con la Direzione del Museo, titolare delle pubblicazioni sociali *Atti* e *Memorie*, non fu solamente la Società ma pure il Museo (Fig. 23).

A conclusione del primo cinquantennio di attività (1906) e in concomitanza con altra Esposizione Internazionale milanese (dopo quella del 1881), la Società indisse, con grande successo di partecipazione e di adesioni (390 iscrizioni), un «Congresso dei Naturalisti» (15-19 settembre; Presidente e Vice-Presidente effettivi i proff. Torquato Taramelli ed Ettore Artini; Segretario il prof. Marco De Marchi). Si trattò di manifestazione che contribuì non poco al prestigio del sodalizio, per il numero e il valore dei contributi ([7]), compresa la guida a diverse escursioni – fra le quali quella al traforo del Sempione, da poco inaugurato – svoltesi sotto gli auspici del Comune e del Comitato per l'Esposizione. Nel suo programma il Congresso accolse fra l'altro la proposta, poi votata all'unanimità, della costituzione di una «Società Italiana per il Progresso delle Scienze» che, tenuta a battesimo per così dire dalla Società, avrebbe poi assunto grande importanza nella vita scientifica nazionale (Figg. 24-26).

Come si evince dalle pubblicazioni stampate a ricordo di tale cinquantenario ([7]) (Fig. 27), il numero degli Istituti scientifici italiani e stranieri corrispondenti, era passato da 98 a 183. Lo scambio con le pubblicazioni sociali, largamente apprezzate fin dall'inizio, aveva intanto pure favorito l'incremento della Biblioteca sociale con una preziosa serie di collane di molteplice interesse scientifico, sostenuto da diversi dei più bei nomi delle scienze italiane corrispondenti con l'estero.

L'«Indice Generale» ([7]) dei lavori pubblicati a tutto il settembre 1906, elenca 161 contributi di Geologia e Fisica Terrestre; 65 di Mineralogia, Cristallografia, Petrografia, Acque minerali; 79 di Botanica; 173 di Zoologia, Anatomia e Fisiologia sistematica e 36 di Zoologia applicata; 103 di Paleontologia; 47 dedicati alla Preistoria; 16 alla Fisica e Chimica; 48 ad argomenti vari di Storia Naturale, oltre a 22 note biografiche commemorative di associati insigni quali, oltre allo Stoppani, il paleontologo Strobel, il naturalista Emilio Cornalia e lo zoologo fisiologo Henri Milne-Edward.

(B. P.)

([5]) Nangeroni G., 1989 - Antonio Stoppani. In: Tagliaferri I., Gentili E. (a cura di), Scienza e Fede, *De Agostini*, Novara, pp. 182-189.
([6]) Pinna G., 1991 - Antonio Stoppani e l'evoluzione. In: *Atti del Convegno Nazionale di Studi*, Lecco, 29-30 nov. 1991, a cura di Daccò G.Luigi, pp. 71-94.
([7]) Autori Vari, 1906 - Elenco dei Soci - Istituti Scientifici Corrispondenti - Indice Generale. *Società Italiana di Scienze Naturali*, Milano.

ATTI

DELLA

SOCIETÀ GEOLOGICA

RESIDENTE IN MILANO

VOLUME I.

—

ANNI 1855 A 1859

FASCICOLO I.

MILANO

COI TIPI DI GIUSEPPE BERNARDONI DI GIO.

1859

Pubblicato nel febbraio 1859.

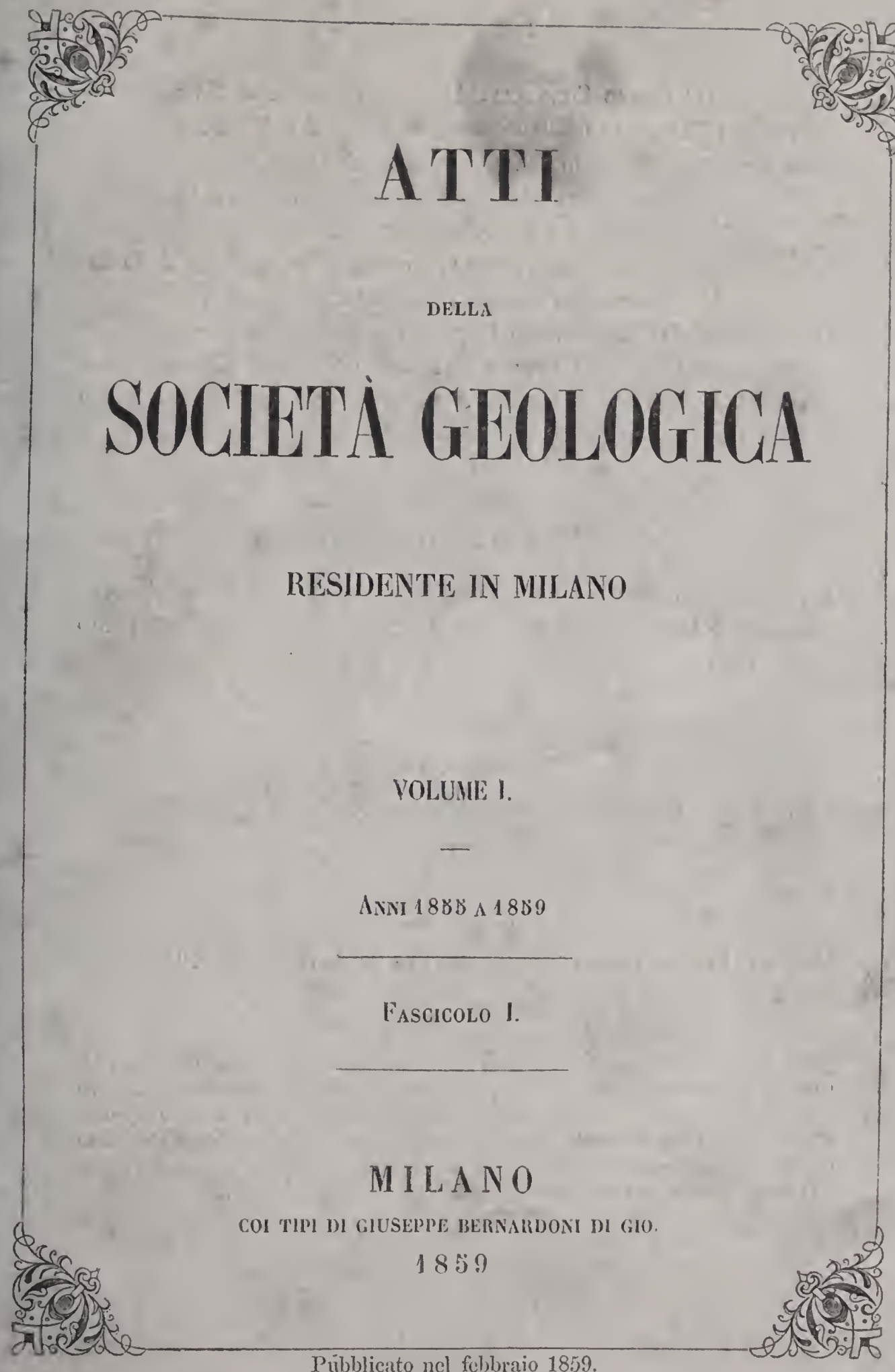



Fig. 9 - Frontespizio del Volume I, 1859, degli *Atti della Società Geologica residente in Milano*. Il volume raccoglie i lavori pubblicati e i resoconti delle Adunanze Sociali dei primi quattro anni di vita del Sodalizio (1855–1859).

ATTI

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA

DI SCIENZE NATURALI

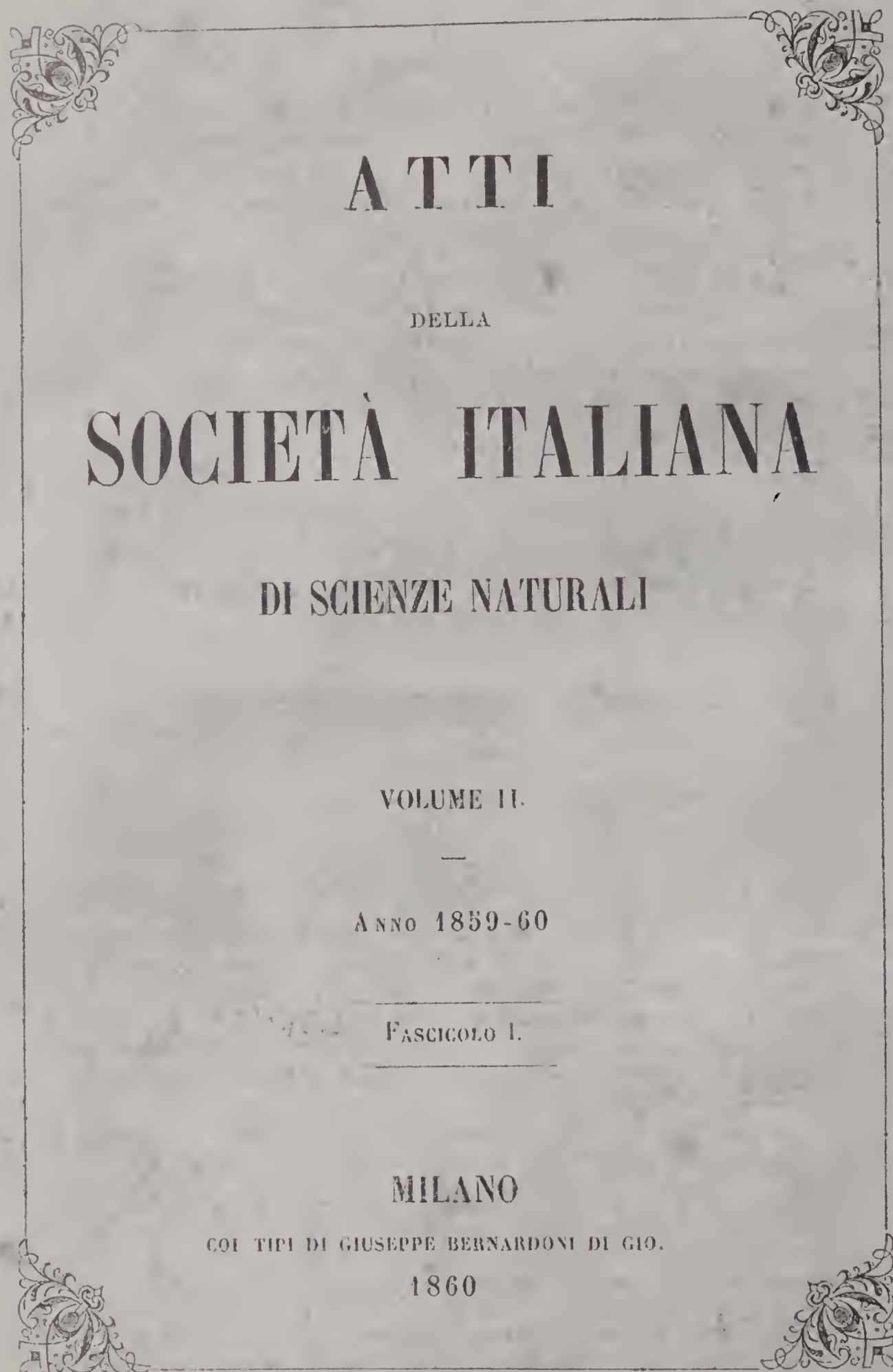
VOLUME II.

—

Anno 1859-60

Fascicolo I.

MILANO

COI TIPI DI GIUSEPPE BERNARDONI DI GIO.

1860

Pubblicato nel giugno 1860.

Fig. 10 - Frontespizio del Volume II, 1860, degli *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali* (il cambiamento della denominazione è datato gennaio 1860). All'anno 2000 sono stati pubblicati 140 volumi, raccoglienti un totale di oltre 4000 lavori.

MEMORIE

DELLA

SOCIETÁ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

Tomo I, N. 1.

DESCRIZIONE DI UNA NUOVA SPECIE

DEL GENERE: *FELIS*

Felis jacobita (Corn.)

del professor

EMILIO CORNALIA

CON UNA TAVOLA

Presentata alla Società il 4 settembre 1864

MILANO

COI TIPI DI GIUSEPPE BERNARDONI

1865

Fig. 11a - Frontespizio del Tomo I, n. 1 delle *Memorie* della SISN, pubblicato nel 1865, integrativo degli *Atti* e consistente di contributi di maggior mole. Al 2000 sono stati pubblicati 29 volumi.

MEMORIE

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

Il volume I.° contiene:

Numero	AUTORI	TITOLO DELLE MEMORIE	Numero delle tavole	PREZZO pei socii	PREZZO per gli estranei
1	**Cornalia Emilio**	Nuova specie del genere *Felis* (*F. Jacobita*).	1	L. 1. 25	L. 2. 50
2	**Magni Griffi**	Nuova specie di *Hippolais*	1	" 1. 25	" 2. 50
3	**Gastaldi Bartolomeo** . .	Riescavazione dei *bacini lacustri* . .	2	" 2. 50	" 5. —
4	**Seguenza Giuseppe** . .	*Brachiopodi* fossili della Sicilia . . .	8	" 6. —	" 12. —
5	**Gibelli Giuseppe**. . . .	Organi riproduttori delle *Verrucarie* .	1	" 1. 25	" 2. 50
6	**Beggiato Francesco** . .	*Antracoterio* di Zovencedo, ecc. . . .	1	" 1. 25	" 2. 50
7	**Cocchi Iginio**	Di alcuni resti umani, ecc.	4	" 3. 50	" 7. —
8	**Targioni Tozzetti A.** . .	Sulla struttura dell' organo luminoso nella Lucciola d' Italia, ecc. . . .	2	" 2. —	" 4. —
9	**Maggi Leopoldo**	Sul genere *Æolosoma*	2	" 2. —	" 4. —
10	**Cornalia Emilio**	Sulla struttura microscopica delle elitri di alcuni coleotteri, ecc.	4	" 5. —	" 10. —
			N. 26	L. 26. —	L. 52. —

Fig. 11b - Indice del Tomo I (1865) delle *Memorie* della SISN.

Roma 25 9bre 71

N 17[illegible].

Il sottoscritto pregiasi di trasmettere all'Onorevole Cassiere della Società italiana di Scienze naturali un vaglia postale di L 30 – a saldo di sua associazione

Q. Sella

Onorevole Sig. Giuseppe Gargantini-Piatti Cassiere della Società Ita. di Scienze naturali

Milano

Fig. 12 - Lettera datata «25 9bre 71» con timbro a secco del Ministero delle Finanze, a firma di Quintino Sella, Ministro e fondatore del Club Alpino Italiano, indirizzata al Cassiere della SISN Gargantini-Piatti, per il pagamento della quota annuale di associazione di Lire 30.

Down.
Bromley.
Kent. S.E.

Nov 26 1868

Sir

I have had the honour to receive your letter dated Sep. 17th together with the Diploma of the Società Italiana di Scienze naturali, this morning.

I beg leave to return through you to the Society, my sincere thanks for this distinguished

Fig. 13 - Lettera del 26 novembre 1868 con firma autografa di Charles Darwin, indirizzata al Segretario Omboni, con i ringraziamenti per esser stato accolto nella SISN come «Corresponding Member».

honour of being elected a
Corresponding Member

I have the honour to remain
Sir
your obedient servant

Charles Darwin

To
Signor Omboni
&c &c &c

Segue Fig. 13

SOCIETÀ ITALIANA
DI
SCIENZE NATURALI.

Milano, 27 Giugno 1869.

Pregiatissimo Signore.

La Riunione Straordinaria in Catania avrà principio il giorno 16 o il giorno 23 del prossimo agosto, secondo che sarà definitivamente deciso fra pochi giorni dal suo presidente cav. ANDREA ARADAS.

Qualora la S. V. intendesse di recarsi a detta Riunione, la prego di farne informato il sottoscritto prima del prossimo giorno 6 luglio, affinchè la Presidenza della Società possa sapere approssimativamente il numero dei *biglietti di favore* da domandarsi alle *Strade ferrate* e ai *Battelli postali*: e prendere delle intelligenze definitive col Ministero.

Fissati definitivamente i giorni del Congresso, le sarà inviata la circolare d'invito, e quindi, se nel termine perentorio sopra indicato la S. V. ne avrà fatta formale richiesta, i *biglietti di favore* che ne saranno concessi per le strade ferrate o pei battelli di navigazione, e un certificato di membro della Società Italiana di Scienze Naturali.

Il Vicesegretario
CAMILLO MARINONI
(Via S. Agnese 5.)

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

RIUNIONE STRAORDINARIA A CATANIA
nei giorni 23, 24, 25 e 26 agosto 1869.

BIGLIETTO DI FAVORE

Per viaggiare **a prezzi ridotti** sulle **FERROVIE ITALIANE**, andando da ______ a **Catania**, e ritornando da **Catania** a ______

Rilasciato al Signor ______

Membro della Società.

Vale dal giorno 15 agosto al 24 settembre 1869.

Firma del Socio — Firma del Presidente della Società

Fig. 14 - Lettera ai Soci d'informazione dello svolgimento della Riunione Straordinaria della SISN a Catania, dal 23 al 26 agosto 1869 e della concessione da parte delle Ferrovie Italiane di Biglietto di favore per recarsi a Catania.

Società Italiana di Scienze natural.

Soci presenti al Congresso di Bologna

1. Cornalia prof. Emilio – presidente
2. Stoppani prof. Antonio } = Segretari
3. Marinoni dott. Camillo }
4. Omboni prof. Giovanni – Padova
5. Capellini prof. Giovanni – Bologna
6. Nicolucci cav. Giustiniano – Isola di Sora (Napoletano)
7. Botti cav. Ulderico – Lecce (Terra d'Otranto)
8. Lioy cav. Paolo – Vicenza
9. Masè sac. arciprete – Castel d'Ario (Mantova)
10. Giacometti dott. Vincenzo – Mantova
11. Caldesi Lodovico – Faenza
12. Trinchese prof. Salvatore – Genova
13. Issel prof. Arturo – Genova
14. Lancia di Brolo duca Federico – Palermo
15. Bellucci Giuseppe – Perugia
16. Molon cav. Francesco – Vicenza
17. D'Achiardi dott. Antonio – Pisa
18. Giordano comm. Felice – Firenze
19. Foresti dott. Lodovico – Bologna.
20. Boccaccini Corrado – Ravenna.
21. Cocconi prof. Gerolamo. Parma
22. De-Bosis ing. Francesco. – Ancona

Fig. 15 - Congresso SISN di Bologna del 25 giugno 1871: prima pagina dell'elenco dei Soci presenti.

STABILIMENTI DELLA CITTÀ
APERTI AI MEMBRI DELLA RIUNIONE.

Museo di Storia Naturale della R. Accad. dei Fisiocritici dalle ore 7 ant. alle 4 pom.
Gabinetti della R. Università - dalle ore 9 ant. alle 4 pom.
R. Istituto Provinciale di Belle Arti - dalle 10 ant. alle 2 pom.
Biblioteca Comunale - dalle 10 ant. alle 3 p.
R. Arch. di Stato - dalle 9 ant. alle 4 pom.
Museo dell'Opera Metrop. - dalle 10 ant. alle 2 pom.
R. Istituto dei Sordo-muti - dalle 9 ant. alle 12 merid., o dalle 3 alle 5 pom.
Sale della R. Accademia dei Rozzi { Gabinetto di Lettura, dalle 9 ant. alle 12 pom. Sale di Conversazione dalle 21 fino alle 12.
Le sale del Palazzo comunale, il R. Collegio Tolomei, le Scuole Normali, l'Orfanotrofio, gli Asili Infantili, lo Spedale di S. Maria della Scala, il nuovo Manicomio di S. Niccolò, possono essere visitati in tutte le ore del giorno colla semplice esibizione del biglietto d'Ammissione alla Riunione.

COSE NOTEVOLI

Duomo
S. Giovanni
Palazzo del Magnifico
— della Provincia già Reale
— Grottanelli de' Santi
— Buonsignori
S. Agostino
Palazzo Nerucci
— Saracini
— del Comune
— Sansedoni
— del Governo già Piccolomini
Logge del Papa
Chiesa dei Servi
— di S. Spirito
Logge di Mercanzia
Palazzo Tolomei
Chiesa di Provenzano
Palazzo Spannocchi
— Salimbeni oggi dei M. dei Paschi
Chiesa di S. Domenico
Oratorio di S. Caterina in Fontebranda
Fonte Branda
Cimitero della Miseric. fuori della Porta Tufi.

- TIP. SORDO-MUTI -

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI
SESTA RIUNIONE STRAORDINARIA IN SIENA
nei giorni 22, 23, 24 e 25 settembre 1872.

BIGLIETTO *di ammissione N.° rilasciato*
al Signor

Firma del Titolare

IL PRESID. DELLA VI. RIUNIONE
G. Campani
Il Segretario

PROGRAMMA

Domenica 22 Settembre
ore 12 merid. — Adunanza generale nella Sala del Mappamondo nel Palazzo Comunale.
Adunanza privata per la divisione della riunione in sezioni e nomina dei respettivi Presidenti.
» 3 pom. — Pranzo sociale.
» 8 pom. — Seduta delle Sezioni { Zoologia - Accademia de' Fisiocritici. Mineralogia, Geologia e Paleoetnologia - idem. Botanica - R. Collegio Tolomei. Entomologia - idem. Fisica e Chimica — idem.
» 10 pom. — Conversazione nelle Sale della R. Accademia dei Rozzi.

Lunedì 23 Settembre
ore 9 antim. — Inaugurazione della Lapide a Ambrogio Soldani nella Sala della R. Accademia dei Fisiocritici.
» 10 ant. — Partenza per la Coroncina - pel Chianti - per la Cava di Lignite del Casino.
» 8 pom. — Seduta delle Sezioni.

Martedì 24 Settembre
ore 7 ant. — Partenza per la Montagnola Senese.
» 8 pom. — Seduta delle Sezioni.

Mercoledì 25 Settembre
ore 8 ant. — Seduta delle Sezioni.
» 11 » — Adunanza Generale nella Sala del Mappamondo nel Palazzo Comunale.
» 3 pom. — Pranzo sociale.

Escursione al Monte Amiata

Giovedì 26 Settembre — Ore 5,40 ant. partenza.
Venerdì 27 detto — Nelle ore pomerid. ritorno a Siena.

I membri della riunione che vorranno partecipare a questa escursione sono invitati a dichiararlo al SEGRETARIO GENERALE non più tardi del 23 di Settembre.
I mezzi di trasporto per le escursioni sono forniti gratuitamente dal Comune — La Carta d'Ammissione ai pranzi sociali, che avranno luogo nel Palazzo Patrizi, si ha mediante inscrizione e pagamento di L. 4 per persona da farsi al Palazzo suddetto tre ore innanzi il pranzo. — All'Uffizio Comunale risiede la Commissione per gli alloggi.

Escursioni
23 Settembre

Dalla Coroncina a Colle Malamerenda (Regione delle Argille Plioceniche fossilifere) Dalle 10 ant. alle 3 pomer. (Tre Carrozze)	Erborizzazione presso il Chianti Dalle 10 ant. alle 3 pomerid. (4 Carrozze)	Alla Cava di Lignite del Casino Dalle 10 alle 3 pomeridiane In Ferrovia
Guida della Sezione Prof. Orazio Silvestri	Guida della Sezione Cav. Francesco Bernardi	Numero indeterminato
La Sezione di Geologia può inviare 6 dei suoi Membri	La Sez. di Botanica può mandare 6 dei suoi Membri	Prof. Contrini
La Sez. di Entomologia 2	La Sez. di Entomologia 4	Sig. Iginia [illegible]
La Sez. di Zoologia 2	La Sez. di Zoologia 2	[illegible]
La Sez. di Botanica 1	La Sez. di Geologia 2	Santarelli
Totale 12	La Sez. Fisica Chimica 1	[illegible]
	Totale 16	Ciabattini
	Botti	Ombroni Giovanni
	[illegible]	Marrinoni Camillo
	[illegible]	Marrinoni Emma
		Ombroni Stefania

Fig. 16 - Biglietto di ammissione alla Sesta Riunione straordinaria SISN in Siena dal 22 al 25 settembre 1872 ed Elenchi partecipanti alle escursioni.

COSE NOTEVOLI

in Varese ed unite Castellanze

Musco Patrio
Ospitale
Arco Mera
Municipio
Broletto
Piazza Cacciatori delle Alpi
Teatro Sociale
Basilica di S. Vittore
Battistero e Chiesa di S. Giovanni
Campanile
Chiese di S. Martino, di S. Giuseppe, di S. Antonio
Chiese di Biumo super., di Biumo infer., di Giubbiano, di Bosto, di Casbenno
Palazzo Veratti, detto la *Corte*
Ville Bellotti, Crâven, Sanvito o *Quiete*, Torelli, Berra, Mozzoni, Litta, le due Ponti, Litta-Modignani, Orrigoni, Taccioli, Poggi, Barbò, de Cristoforis, Piccinini, Dandolo, Veratti, Finzi, Perabò, Maroni, ecc.
Fabbrica di carta di P. A. Molina
Filatojo di seta di Bianchi nob. Adeodato
Fabbrica di carrozze di Macchi Agostino
Birreria di Porretti Angelo
Concerie di Pellami di Fraschini, Castelli, Garoni
Fonderia di campane Bizzozero
Maglio e Fondaco di rame Cremona
Fabbriche d'organi di Mentasti, Talamona e dei Bernasconi
Calzolerie meccaniche di Trolli e di Bernasconi
Diverse fabbriche di Mobili tra cui quel'a dei Fratelli Mentasti Belia
Tipografie Ferri, Macchi e Brusa
Excelsior, grand Hôtel Varese
Casino Sociale.

NB. Gli stabilimenti della città e le ville aperte ai Membri della Riunione, sono indicati in un apposito elenco esposto, dal 23 al 27 settembre, tanto presso il Municipio, quanto nel Salone delle Adunanze generali.

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

SETTIMA RIUNIONE STRAORDINARIA IN VARESE

nei giorni 24, 25, 26 e 27 settembre 1878

BIGLIETTO *di ammissione N.°* *rilasciato*

al Signor ....

....

Firma del Titolare

IL PRESIDENTE DELLA VII RIUNIONE

Il Segretario

PROGRAMMA

Martedì 24 Settembre

Ore 11 antim. — Adunanza generale nel salone del Palazzo Veratti, detto la *Corte*, per l'apertura.
» *1 pom.* — Visita all'esposizione di fiori e frutta nel giardino del suddetto Palazzo.
» *2* » — Visita al Museo Patrio presso le Scuole tecniche, in Piazza Cacciatori delle Alpi.
» *3* » — Adunanza privata per la divisione della riunione in sezioni, e nomina dei rispettivi Presidenti. Le sezioni di Fisica e Chimica, di Mineralogia, Geologia, Paleoetnologia, Zoologia, nelle Scuole tecniche (Piazza Cacciatori delle Alpi); quelle di Botanica ed Agricoltura, di Anatomia e Fisiologia comparate nel salone e sale adiacenti del Palazzo Veratti.

Mercoledì 25 Settembre

Ore 7 antim. — Gita alla Madonna del Monte.
» *10* » — Colazione all'Albergo della Madonna del Monte.
» *12 merid.* — Ritorno a Varese.
» *3 pom.* — Sedute delle sezioni.

NB. Chi volesse ascendere al Monte Campo dei Fiori, potrebbe partire alle 4 ant. con una guida, e dare convegno alle 10 ant. alla Madonna del Monte colla compagnia che partirà alle 7 ant.

Giovedì 26 Settembre

Ore 7 antim — Gita sul lago di Varese = Partenza da Varese per Gavirate ed Oltrona (in carrozza).
» *9* » — Imbarco per l'Isolino (Stazione preistorica).
» *11* » — Colazione all'Isolino.
» *12 merid.* — Imbarco per Cazzago, Bodio (Stazioni preistoriche) e Schirana.
Ore 2 pom. — Partenza dalla Schirana per Varese (in carrozza).
» *3* » — Sedute delle Sezioni.
» *6* » — Pranzo Sociale all'Albergo *Europa*.

NB. La carta d'ammissione al pranzo sociale, si ha mediante inscrizione e pagamento di L. per persona, da farsi all'Albergo suddetto, alla sera del giorno 25.

Venerdì 27 Settembre

Dalle 7 ant. alle 2 pom. — Visita alle ville.
Ore 2 pom. — Adunanza generale nel salone del Palazzo Veratti per la chiusura.

ESCURSIONI

Sabato 28 Settembre

Ore 6 antim. — Partenza per la gita a Saltrio ed Arzo, visitando le cave di arenaria di Brenno, Viggiù, e, nel ritorno, Besano.
Colazione a Viggiù, e, se sarà possibile, a S. Elia di Viggiù.

Domenica 29 Settembre

Ore 7 antim. — Partenza per la gita in Valganna, in parte della Valmarchirolo, della Valtravaglia, e ritorno a Varese dalla Valcuvia.
Visita alla miniera della Vassera in Valganna (galena argentifera) — Lago di Ghirla, Ponte Nivo, (ponte naturale) — Prato della Selva (retinite) — Grantola (formazione porfirica) — Cascata della Ferrera, Careggio di Cuvio (palude asciugata) — Cabiaglio (dicco di Melafiro) — Val di Brinzio — Varese.
Colazione a Cunardo alle ore 11 antimeridiane.

NB. All'Ufficio comunale di Varese risiede la Commissione per gli alloggi, e per fornire ogni indicazione che potesse essere desiderata.
I Membri della Riunione che vorranno partecipare alle escursioni del 28 e 29, sono invitati a dichiararlo al Segretario generale non più tardi del 25 di settembre.
I mezzi di trasporto per le escursioni sono forniti gratuitamente dal Comune.
Il luogo di riunione per le partenze è nel salone del Palazzo Veratti.

Fig. 17 - Settima Riunione straordinaria SISN in Varese dal 24 al 27 settembre 1878.

Suez, 19 Aprile 1865.
Peninsular Hotel.

Ill.mo Signor Presidente

Sono al momento di lasciare Suez ed imbarcarmi per Ceylan e Borneo, approfittando di un'occasione che non mi sento il coraggio di lasciar sfuggire; ho deliberato di accompagnare un amico, il Sig.r Odoardo Beccari, nel viaggio scientifico che sta per intraprendere.

In conseguenza debbo necessariamente rinunziare all'alto onore di presiedere la radunanza straordinaria della Spezia, conferitomi dal Congresso tenuto a Biella lo scorso autunno dalla Società Italiana di Scienze naturali.

Non è a dire, Chiarissimo Sig.r Presidente, quanto io rammarichi di doverle presentare questa rinuncia, ma Ella meglio di qualunque altro comprenderà il fascino che una lontana esplorazione esercita sull'animo di un giovane naturalista.

Se durante il mio viaggio potrò in qualche maniera essere utile ai miei colleghi della Società Italiana, sarei veramente fortunato di poter offrire la debole opera mia e mostrar loro quanto viva sia la mia riconoscenza.

Pregando la S. V. Ill.ma a comunicare la presente alla Società, ho l'onore di rassegnarmi coi sensi della mia più alta stima e considerazione

Di Lei Chiarissimo Sig.r Presidente

Dev.mo Obbl.mo servo
Giacomo Doria

P.S. Il mio indirizzo è a "Singapore" posta restante

Fig. 18a - Lettera autografa del socio Giacomo Doria (19 aprile 1865). Il Doria (1840-1913) viaggiatore e scienziato fondò il Museo di Storia Naturale di Genova.

Chiarissimo Signore.

Quando occorra mandare al mio indirizzo Atti e memorie od annunzi della Società, Sarei di pregarla di farlo nel modo seguente:

O. Beccari - Borgo Tegolaio 48. - Firenze.

Suo Dev.mo
O. Beccari

17 9bre 69.
Firenze

Fig. 18b - Lettera autografa del socio Odoardo Beccari (17 novembre 1869). Il Beccari (1843-1920) è stato naturalista ed esploratore in Etiopia, Indonesia, Nuova Guinea e Australia.

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

Seduta del 27 giugno 1869.

La S. V. è invitata all'adunanza che si terrà nel giorno di domenica 27 giugno, ad un'ora dopo mezzodì, *in una delle sale del* **Museo Civico di Storia Naturale**. (*Via Manin*, N. 2.)

Letture

Sordelli. — Sulla vita scientifica dell'abate G. Stabile.

AFFARI

Approvazione del processo verbale della seduta precedente (30 maggio 1869).
Determinazione definitiva dell'epoca della Riunione straordinaria in Catania.
Comunicazioni diverse.
Votazione per nominare Socj effettivi i Signori:

Di Cavour marchese *Ainardo*, di Torino, proposto dai Socj Arconati, Gastaldi e Cornalia.
Cassanello dott. *Nicolò*, di Altamura, proposto dai Socj Baretti, Gastaldi e Cornalia.
Tornaghi prof. *Andrea*, di Monza, proposto dai Socj Bellotti, Marinoni e Sordelli.
Cavallotti ing. *Angelo*, di Milano, proposto dai Socj G. Pozzi, G. B. Villa e Marinoni.
Mora dott. *Antonio*, di Bergamo, proposto dai Socj Dell'Era, Alessandri e A. Stoppani.
Balestra sac. *Serafino*, di Como, proposto dai Socj Casella, B. Bernasconi e Predario.
Silo ing. *Giovanni*, di Lemna (Lago di Como), proposto dagli stessi Socj.

Milano, 20 *giugno 1869*.

Il Segretario,
Antonio Stoppani.
(*Via dell'Annunziata*, 2.)

NB. — Sono pubblicati il I.° ed il II.° volume delle **Memorie** della Società.
Del III. volume sono in corso di stampa le seguenti Memorie:
N. 1. Scarabelli e D'Ancona. — *Studj geologici e paleontologici sulla Valle di Santerno.*
Del IV. volume sono pubblicate:
N. 1. D'Achiardi. — *Corallarj fossili delle prealpi venete.*
» 2. Garovaglio. — *Octona lichenum genera.*
» 3. Marinoni. — *Le abitazioni lacustri di Lombardia.*

Le Memorie già pubblicate sono state mandate ai Socj che hanno pagato il *prezzo d'associazione per ciascun volume, fissato in L.* 10. 00.

Gli altri, che già si sono associati o desiderano associarsi, le riceveranno appena avranno spedito il prezzo suddetto al Cassiere della Società.

I signori Socj che hanno **cambiato** di **domicilio**, sono pregati di renderne avvertiti i Segretarj della Società per il migliore invio degli *Atti*, delle *Memorie* e delle *Circolari*.

I signori Socj, che non hanno ancora pagato la **quota annua** di lire venti, sono pregati di mandarne il più presto possibile l'importo al Cassiere della Società sig. Giuseppe Gargantini-Piatti. (Milano, via Senato, 14.)

I **vaglia postali** vanno intestati *esclusivamente al nome del Cassiere suddetto.*

NB. È stato sospeso l'invio degli ATTI ai Socj che sono morosi al pagamento delle quote annuali.

Fig. 19 - Avviso di convocazione dell'Adunanza SISN del 27 giugno 1869; sul retro, nella pagina seguente, le firme dei Soci presenti.

Segue Fig. 19

Roma 16 maggio 1881

CAMERA DEI DEPUTATI

Onor.le Signore

A completare la raccolta degli Atti delle principali Accademie e Società scientifiche italiane esistente nella Biblioteca della Camera dei Deputati, mancano quelli di cotesto illustre Istituto.

Importando che gli onorevoli Rappresentanti della nazione abbiano modo di consultare all'occorrenza una collezione così preziosa, il sott.o si permette di pregare la S. V. On.ma a voler disporre affinchè, se è possibile, ne venga inviato a questa Biblioteca un esemplare che comprenda tanto le pubblicazioni già date alla luce, come quelle in corso.

Gradisca in questa occasione, On.e signore, le assicurazioni della mia perfetta stima ed osservanza.

Il Presidente della Commissione
per la Biblioteca della Camera

G.B. [illegible]

On.mo Sig. Presidente
della Società italiana
di Scienze naturali

Milano

Fig. 20 - Lettera del 16 maggio 1881 del Presidente della Commissione per la Biblioteca della Camera dei Deputati, richiedente le pubblicazioni della SISN perché è «importante che gli onorevoli Rappresentanti della nazione abbiano modo di consultare all'occorrenza una collezione così preziosa».

Società Italiana di Scienze Naturali

COMMISSIONE DI SORVEGLIANZA

CONTRO LA FILLOSSERA

Milano, Via Manin N. 2.

N.

Milano, ______ 18

All'egregio Sig. Prefetto della Biblioteca Nazionale centrale Vitt. Eman. Ufficio degli Scambi internazionali – Roma.

Egregio Sig. Prefetto

Approfittando della cortese adesione gentilmente comunicata alla Società italiana di Scienze nat. in Milano colla Nota 21/12 93. [illegible] che venivano oggi stesso consegnate per la spedizione, a mezzo ferrovia p.v., coll'indirizzo alla Biblioteca naz. centr. Vitt. Emanuele, due casse contenenti 75 pacchi di pubblicazioni della nostra Società destinati a varii Istituti Scientifici dell'America del Nord come dalla distinta qui unita in duplo. La detta spedizione venne fatta in porto franco. È questo un invio affatto straordinario, che per parecchi anni non avrà occasione di ripetersi, tanto più che anche per le località europee la Società continuerà a servirsi del mezzo postale trattandosi di piccole spedizioni periodiche, che l'invio tra Stato fatto da qui colle necessarie cautele perchè sia reso facile all'Ufficio di Scambi l'inoltro alle varie destinazioni.

Porgendole i nostri più sentiti ringraziamenti pel favore [illegible]

Ho il pregio di dichiararmi

Per la Direzione

[illegible]

Milano 8/1 94.

Fig. 21 - Corrispondenza della Commissione SISN di sorveglianza contro la fillossera; lettera datata 8 gennaio 1894.

Seduta del 5 Febbraio 1899.

Ordine del giorno

Letto ed approvato il verbale della seduta ultima,
il Vice Presidente comunica ai soci
le Dimissioni presentate per lettera dal socio
..... Mazzucchelli ....., il quale non può continuare
a far parte della Società ed aggiunge pure
come il socio Prof. E. Cottini parimenti fermo
nel suo proposito di cessare dalla carica di
Vice segretario, perché le numerose sue
occupazioni più non gli permettono
di continuare in tale ufficio per mancanza
di tempo e L'Assemblea con dispiacere
prende atto di tale deliberazione.
Dopo ciò viene accolta ad unanimità di
voti la nomina a soci effettivi della
Sig.na Dott.ssa Lina Leardi proposta
dai soci Proff. Antonio Mariani ed egualmente
a voti unanimi è accolta la proposta di
nominare Socio Perpetuo l'Ill.mo Sig.
Duca Guido Visconti di Modrone

Fig. 22 - Prima pagina della minuta dell'Ordine del Giorno della Seduta SISN del 5 febbraio 1899, in cui viene accolta all'unanimità la proposta della nomina a Socio Perpetuo del Duca Guido Visconti di Modrone.

ATTI

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA

DI SCIENZE NATURALI

E DEL

MUSEO CIVICO

DI STORIA NATURALE

VOLUME XXXV.

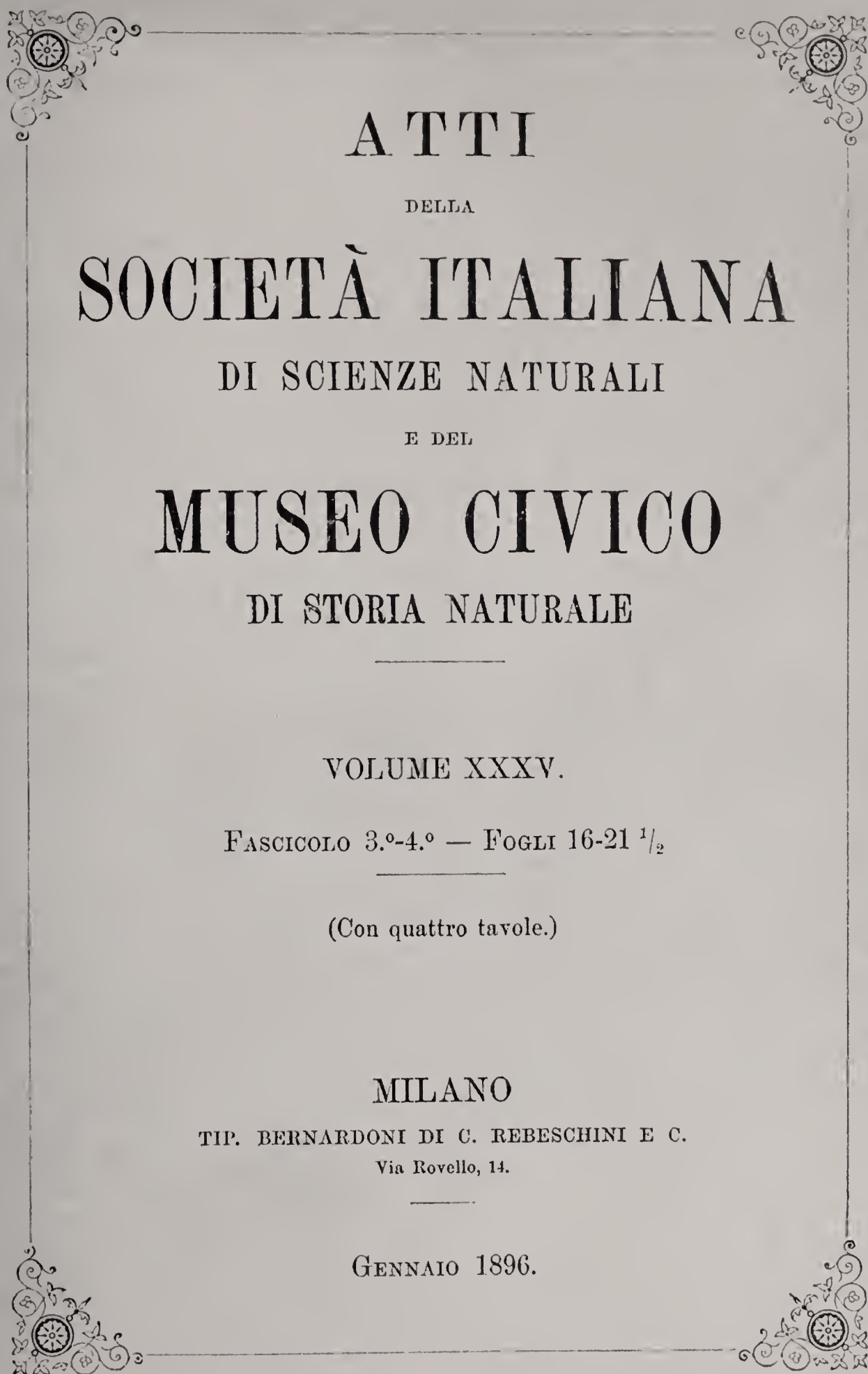
FASCICOLO 3.°-4.° — FOGLI 16-21 1/2

(Con quattro tavole.)

MILANO

TIP. BERNARDONI DI C. REBESCHINI E C.

Via Rovello, 14.

GENNAIO 1896.

Per la compera degli ATTI e delle MEMORIE rivolgersi alla Segreteria della Società, Palazzo del Nuovo Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia.

L'invio dei singoli fascicoli ai Soci e Corpi Scientifici vien fatto *colla Posta*.

Fig. 23 - A partire dal 1896 titolare delle pubblicazioni sociali *Atti* e *Memorie*, e in seguito analogamente per le altre pubblicazioni, non fu solamente la Società Italiana di Scienze Naturali, ma pure il Museo Civico di Storia Naturale di Milano.

Congresso dei Naturalisti Italiani

MILANO - SETTEMBRE 1906

PROMOSSO DALLA

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

per festeggiare il 50° anniversario

della sua fondazione

II CIRCOLARE

Milano, marzo 1906.

Egregio Signore,

Confortato dall'unanime consenso col quale fu accolta la prima notizia del Congresso, ritenendo la riuscita di questo ormai pienamente assicurata, il Comitato ordinatore ha l'onore di chiederLe con la presente la Sua adesione definitiva.

Nel Regolamento accluso la S. V. troverà esposti i diritti degli aderenti e le norme per la inscrizione. Il programma dei lavori sarà comunicato più tardi, insieme ad altre informazioni di speciale interesse per i congressisti.

Gradisca, egregio Signore, l'espressione della nostra particolare considerazione.

PER IL COMITATO ORDINATORE

Prof. T. TARAMELLI
Presidente

Prof. E. ARTINI
Vicepresidente

Dott. M. De Marchi
Segretario generale

NB. Le si unisce più di una cartolina d'adesione, per il caso che qualche persona di Sua famiglia, o conoscente, desiderasse pure di inscriversi.

442-906-Milano,Tip. Operai

Fig. 24 - Congresso dei Naturalisti Italiani, Milano, settembre 1906, promosso dalla SISN per festeggiare il 50° anniversario della sua fondazione: la seconda circolare.

Congresso dei Naturalisti Italiani

promosso dalla Società Italiana di Scienze Naturali

MILANO

15-19 settembre 1906

PROGRAMMA.

Giorno 15, ore 10.	-	Seduta inaugurale	(Museo Civico)
„ „ **14.**	-	„ a sezioni riunite	„ „
Giorno 16, ore 9.	-	Seduta sez. didattica	„ „
„ „ **14.**	-	„ „ miner. geol.	„ „
„ „ „	-	„ „ zool. anat.	„ „
„ „ „	-	„ „ storica	„ „
„ „ **21.**	-	Conferenza	(Salone Permanente)
Giorno 17, ore 9.	-	Seduta a sezioni riunite	(Museo Civico)
„ „ **14.**	-	„ sez. min. geol.	„ „
„ „ „	-	„ „ botanica	(Villa Reale)
„ „ „	-	„ „ antropologia	„ „
„ „ **21.**	-	Conferenza	(Salone Permanente)
Giorno 18, ore 9.	-	Seduta sez. zool. anat.	(Museo Civico)
„ „ „	-	„ „ botanica	(Villa Reale)
„ „ „	-	„ „ miner. geol.	(Museo Civico)
„ „ **14.**	-	„ „ didattica	(Villa Reale)
„ „ **16.**	-	Ricevimento offerto dall'on. Amm. comunale	„ „
„ „ **21.**	-	Conferenza	(Salone Permanente)
Giorno 19, ore 9.	-	Seduta priv. Soc. Botan.	(Villa Reale)
„ „ „	-	„ sez. antropol.	„ „
„ „ **14.**	-	„ „ zool. anat.	(Museo Civico)
„ „ „	-	„ „ botanica	(Villa Reale)
„ „ **17.**	-	„ a sezioni riunite; chiusura del Congresso	(Museo Civico)

Giorno 20 - Gita al lago Maggiore e banchetto a Varese.

Fig. 25 - Congresso dei Naturalisti Italiani, Milano, settembre 1906: programma delle sedute ed escursione.

CONGRESSO DEI NATURALISTI ITALIANI

Orario della Gita sul Lago Maggiore

(Giorno 20 settembre 1906)

Milano (Staz. Ferr. Elett.)-Arona	part.	5,50	arr.	7,32
Arona-Isola Bella	»	8	»	9
Visita al giardino dell'Isola Bella				
Isola Bella-Locarno	»	11	»	13,30
Colazione sul piroscafo				
Locarno, Salita in funicolare alla Madonna del Sasso				
Locarno-Luino	»	15,30	»	17
Luino, Visita all'incubatorio della Società di pesca				
Luino-Varese (ferrov. elettrica Valganna)	»	17,30	»	19
Varese, Banchetto all'Hôtel Italia ore 20				
Varese-Milano (ferrovia elettrica)	»	22,39	»	23,40

Prezzo della gita, tutto compreso, L. 18 per testa

I viaggi sulle ferrovie elettriche dello Stato s'intendono in terza classe. Chi desideri viaggiare in prima classe dovrà pagare un supplemento di L. 3 per testa.

Le iscrizioni e il pagamento delle relative quote dovranno farsi presso la Segreteria del Congresso non più tardi del giorno 18. Alle ore 18 dello stesso giorno sarà chiusa definitivamente l'iscrizione.

NB. – L'accesso ai treni elettrici è da Via Galileo Galilei, 5-A.

Segue Fig. 25

Sottoscrizione

per le spese straordinarie da sostenersi in occasione del Congresso dei Naturalisti Italiani
(Milano, 1906)

Sottoscrittori		Somma sottoscritta
Prof. Ettore Artini	£.	cinquanta
Marco De Marchi	"	cinquecento
Paolo Magretti	"	cento
Vittorio Villa	"	cinquanta
f.to Prof. G. Omboni	"	cinquanta
P. Castelfranco		venticinque
F. Salmojraghi		cinquanta
Stiaghi		dieci
Cristof. Bellotti		cento
Pugliesi - Leoi		quaranta
Ferdinando Sordelli		Venticinque
f. Eugenio Bazzi		cinquanta
per Cte Gabr. Casati G. Villa		Cento
Prof. Ernesto Mariani		venti
DM Ambrosioni		dieci
f.to Taramelli prof. T.		cinquanta
f.to Cte Giberto Borromeo		dieci

Fig. 26 - Congresso dei Naturalisti Italiani, Milano, settembre 1906: prime contribuzioni dei Soci per le spese straordinarie.

ATTI

DEL

Congresso dei Naturalisti Italiani

PROMOSSO DALLA

Società Italiana di Scienze Naturali

Milano, 15-19 settembre 1906

MILANO
TIPOGRAFIA DEGLI OPERAI (SOCIETÀ COOP.)
Corso Vittorio Emanuele 12-16

1907

Fig. 27 - Congresso dei Naturalisti Italiani, Milano, settembre 1906: copertina degli *Atti*, stampati dalla Tipografia degli Operai di Milano.

TRA «-ISMI» CONTRASTANTI, GUERRE GUERREGGIATE E SVOLTA TOTALITARIA: 1907-1945

L'incipiente processo d'industrializzazione dell'economia nazionale e insieme di esteso controllo statale, già nella fase espansiva della seconda età giolittiana, stando alle considerazioni degli storici pur di differente indirizzo concettuale, avrebbero influito sullo sviluppo delle Scienze favorendo istituzioni, laboratori ecc. (1). Il trapasso secolare si verificava però nei primi lustri del XX secolo, all'insegna di grandi incertezze con l'emergenza di una *«realtà più complessa degli schemi... di tesi antideterministiche e riflessioni epistemologiche che... in presenza d'acquisizioni notevolissime sul versante sperimentale e teorico mettono in crisi tutte le precedenti costruzioni»* (2). Si è che dopo il 1907, nella crisi del concitato sviluppo, dei contraddicenti diversi «-ismi» ereditati e nuovi, coinvolgenti insieme modo di vivere, rapporti culturali, sociali e politici nazionali, fra i contributi dei Soci alle pubblicazioni del Sodalizio, diversamente da quanto testimonierebbero gli Atti sociali del precedente cinquantennio, non mancarono interventi d'impostazione epistemologica di sicuro interesse (3). Seguendo insomma la patriottica impostazione dell'originaria tradizione, la Società continuò a perseverare, senza alcuna interruzione, gli intenti statutari anche nel difficile periodo della prima guerra mondiale e in quello non meno difficile del dopoguerra, in dipendenza dell'aumento dei costi di carta e stampa; e ciò non senza sacrifici personali (4) con il proposito di tener viva la continuità e alto in ogni momento il prestigio della Scienza naturalistica italiana sempre con proprie risorse: contributi statutari degli associati, quelli straordinari di Soci Vitalizi e Benemeriti, oltre al supporto del Civico Museo ospitante. Ai fini anche di più stretto contatto con i Soci, iniziò dal 1909 la pubblicazione del periodico *Natura* (Figg. 28-29), destinato gratuitamente agli associati pure domiciliati all'estero.

La Società poté così perseverare nell'impegno di energie disponibili al fine pure dell'adesione a Congressi nazionali e internazionali di sodalizi affini, dell'organizzazione di escursioni sociali di specifico interesse naturalistico (5), d'interventi a favore del movimento per la protezione della natura e delle bellezze del paesaggio, con la costituzione dei Parchi Nazionali degli Abruzzi e del Gran Paradiso (1922), del Circeo (1934), con il sostegno alla Stazione Zoologica di Napoli. Non mancarono i contributi all'illustrazione naturalistica dei territori di conquista e riconquista coloniale in Libia (tra il 1911 e il 1930), poi d'Etiopia. Particolare impegno fu però quella della formulazione d'autorevole parere ogniqualvolta si trattò d'intervenire in materia d'insegnamento in tempi di riforme delle scuole, con riferimento sia ai programmi e alla didattica, sia alle condizioni del personale scientifico degli istituti superiori d'istruzione, nonché alle rivendicazioni degli studiosi italiani in rapporto con le facoltà universitarie (Figg. 30-31).

Nel quadro generale della politica culturale del regime fascista, il processo di costruzione dello Stato autoritario con l'instaurazione dal 1925 di un regime di massa, mediante la promulgazione delle leggi eccezionali che scioglievano tutte le opposizioni, con la soppressione della libertà di stampa e di riunione, continuò con le limitazioni alle aggregazioni sociali in forza del richiesto consenso del Ministero dell'Educazione Nazionale, al quale era riservata anche la facoltà di revocare nomine, controllare le gestioni finanziarie e relative «relazioni» annuali, nella prospettiva d'intolleranza autoritaria, totalitaria verso le forme d'organizzazione dal basso (6). Il che significò almeno privilegio da parte delle autorità per gli Istituti fascisti di cultura, pur non impedendo totalmente la conservazione di un certo margine di libertà scientifica, anche dopo la frattura del mondo culturale, già in precedenza (1925) sancita dalla *«Risposta»* di Benedetto Croce al *Manifesto degli intellettuali fascisti* di Giovanni Gentile (7). Fu allora che anche il Presidente della SISN prof. Marco De Marchi si distinse, non accettando supinamente le varie richieste fattegli; in ciò rivendicando l'indipendenza dell'attività scientifica anche con l'invio all'allora Ministro della Pubblica Istruzione, di segnalazione del voto unanime dell'Assemblea della SISN (maggio 1923 e marzo 1925) in argomento di richiesta di modifiche ai

---

(1) ASOR ROSA A., 1985 - La cultura. In: Storia d'Italia. *Einaudi-Fabbri* (ed), Milano, IV (2), p. 1014. CASTRONOVO V., 1985 Dall'Unità ad oggi. In: ibidem, I, p.130.

(2) GENTILE E., 1989 - I protagonisti. In: Scienza e Fede, *De Agostini*, Novara, p. 298.

(3) Dopo quelli dei Proff. Schiapparelli (SCHIAPPARELLI G., 1896 - Astronomia e Geologia. *Atti della Soc. Ital. Sci. Nat.*,36, p. 61) e Celoria (CELORIA G., 1896 - Sulle nuove scienze intermedie e su alcune nuove fotografie lunari. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*,36, p. 376) vedere: CUBONI G., 1910 - L'opera di Carlo Darwin e la critica moderna. *Natura*, I, p. 301; POLARA V., 1911 - Il sapere in fisica; origine e valore delle ipotesi, delle leggi e delle teorie. *Natura*, II, p. 361; PESCI ANGELOTTI G., 1914 - Alcune nuove vedute sul poligenismo. *Natura*, V, p. 193; CASTELLANETA V., 1917 - La "promorfologia" dell'uovo e le moderne dottrine preformiste. *Natura*, VIII, p. 1; CAVAZZA F., 1920 - Quale, la nuova via delle Scienze biologiche? Né dogmi, né ipotesi. *Natura*, XI, p.19.

(4) Il Presidente della SISN Prof. Marco de Marchi, per diversi anni tra il 1912 e il 1936, estinse il disavanzo finanziario del sodalizio con il suo personale contributo finanziario; e allora in relazione con le continue necessità finanziarie venne aggiunta nella struttura sociale della Società la categoria dei Soci Benemeriti (Fig. 36) (I Soci Onorari esistevano già dal 1879 e i Soci Perpetui dal 1895).

(5) Gite Sociali: 23 maggio 1909 al Campo dei Fiori (Varese) (Fig. 37); 26 maggio 1910 alla Villa Carlotta di Tremezzo (Como); 10 giugno 1926 al Monte Isola d'Iseo (Brescia); 21 maggio 1936 in area benacense; maggio 1938 alle Grigne (Lecco); 22 giugno 1941 all'Istituto d'Idrobiologia M. de Marchi di Pallanza (Novara).

(6) ASOR ROSA A., 1985 - La questione della scuola. Storia d'Italia. *Einaudi-Fabbri* (ed), Milano, IV (2), p. 1224.

(7) 1925-1995 - La Treccani compie 70 anni. *Istituto dell'Enciclopedia Treccani* (ed), Roma 1995.

nuovi ordinamenti degli studi di Scienze Naturali nelle Scuole Medie considerati lacunosi, imperfetti e tutt'altro che scevri d'inconvenienti (Figg. 32-33). Sempre il medesimo Presidente, pure docente di ruolo all'Università Statale di Pavia, al richiamo da parte di chi allora era responsabile della Federazione fascista milanese degli Enti culturali, circa l'osservanza delle direttive del «regime» su tutte le manifestazioni o iniziative culturali (ottobre 1930) (Fig. 34), ebbe chiaramente a rispondere (novembre 1930) (Fig. 35) che *«data l'attività strettamente scientifico-naturalistica della Società nostra e il modo di esplicarla in prevalenza privato, non abbiamo riscontrato condizioni tali da richiedere l'adesione di essa alla Federazione Provinciale Fascista Milanese degli Enti Culturali»*.

Oltre a riservare al Ministero dell'Educazione Nazionale la facoltà di revoca di nomine e di controllo della gestione sociale, non soltanto finanziaria, le costituzioni fasciste del 1934 vincolarono, in seguito, al consenso ministeriale anche le aggregazioni di Soci stranieri. Vennero così poste in atto le premesse di decisione ancor meno dignitosa: quella del censimento, prescritto con le leggi *«per la difesa della razza»* del 1938, allo scopo di discriminare i membri di origine ebraica. Per obbligo d'osservanza formale, la SISN dovette provvedere ([8]), coinvolgendosi suo malgrado, *«nella situazione di contradditorietà interna alla Società italiana* (stante) *il rapporto di molti intellettuali verso il regime, almeno fino alla stretta, successiva all'impresa etiopica, svolta totalitaria degli ultimi anni Trenta – con l'implicito annuncio di guerra –* (la quale) *rende più difficili gli accomodamenti che molti settori della Società avevano trovato col fascismo e riduce i margini di consenso alla dittatura»* ([9]).

Seguono poi gli anni ancor più dolorosi della Seconda guerra mondiale e fu nell'agosto 1943 che i bombardamenti aerei della città comportarono, con la distruzione pressoché completa del palazzo del Museo, la perdita di buona parte delle sue collezioni scientifiche; pure la Biblioteca subì gravi perdite, ma si salvarono oltre ai libri rari o costosi precedentemente sfollati, tutte o quasi le raccolte dei periodici della SISN.

(B. P.)

([8]) Dal verbale dell'Adunanza sociale 18 dicembre 1938, Presidente il Prof. Ugo Brizi (*Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 78, p.486), si evince che *«essendo stata inviata... la scheda razziale... ci è risultato... una minima percentuale di Soci 'non ariani'»*. Nell'Archivio storico SISN risulta che siano state restituite 255 schede di Soci, i quali per la quasi totalità si dichiararono cattolici; tra le diverse attestazioni figurano quelle di due Soci dichiarantisi semplicemente cristiani, due altri cristiani evangelici, un protestante e un altro protestante *«zupingliano»*; oltre ad alcuni dichiaratisi agnostici, ecco pure quella di chi si dichiara ateo, vantandosene sulla base dell'asserzione dell'impossibilità per un naturalista di credere nel soprannaturale. Ci sono poi tre schede di ebrei dichiarati, tre senza alcun segno di risposta; ci risulta che vari Soci, per protesta, non risposero. Nell'Adunanza del 29 gennaio 1939 (*Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 74, 488) il Presidente dovette bensì dichiarare genericamente *«...decaduti secondo le disposizioni superiori i Soci di razza ebraica...»*, ma nell'Archivio SISN non emerge ufficializzato alcun nominativo d'espulso. A parte tre Soci dimissionari nel 1938 e dal confronto fra gli elenchi di Soci iscritti rispettivamente per gli anni 1937 e 1940 (non esistono gli elenchi 1938 e 1939) si può supporre che solo cinque Soci siano andati soggetti a radiazione. (A.F.)

([9]) De Berti R., 1999 - La modernizzazione dell'industria culturale nel periodo fascista. In: Storia dell'innovazione nell'editoria milanese dall'Ottocento ad oggi, *A.I.M.*, Milano, p.117. Sabbattucci G. e Vedotto V. (a cura di) - Storia d'Italia. Guerre e Fascismo. *Laterza*, Bari, p. 12.

Società Italiana
di
Scienze Naturali
Palazzo del Museo Civico
MILANO
Corso Venezia

Milano, Luglio 1909.

Egregio Collega,

La Societá Italiana di Scienze naturali, che da più di un cinquantennio persegue tenacemente il suo fine, sancito nel primo articolo del Regolamento, « di promuovere in Italia il progresso degli studi relativi alle Scienze naturali e alla loro applicazione all'agricoltura e all'industria » ha visto or sono tre anni tutti i naturalisti italiani rispondere all'appello che li chiamava a congresso, con uno slancio ed un entusiasmo i quali ben dimostrarono la fiducia e l'estimazione di cui gode ancora l'antico sodalizio in tutto il nostro paese. Ma il sorgere e il fiorire di altre Società regionali o speciali ebbe necessariamente per risultato di restringere alquanto la sfera d'azione della nostra Società, cambiando questa, di fatto se non di nome, in Società prevalentemente lombarda; l'utile iniziativa, presa da alcuni al Congresso, di stringere tutte le Società di naturalisti d'Italia in una Federazione, la quale avrebbe potuto, pubblicando un bollettino comune, riunir veramente le sparse membra in un corpo bene organizzato e robusto, degenerò, maturando, in altra impresa, che con le intenzioni dei promotori nulla ha a che vedere.

D'altra parte, alla quota sociale piuttosto elevata, di Lire 20, per i soci lontani, che non possono intervenire alle sedute, nè alle escursioni sociali, nè profittare del libero ingresso al Museo, all'Aquario ecc., e solo limitatamente traggon vantaggio dalla ricca Biblioteca sociale, può parere un corrispettivo troppo modesto il volume degli Atti Sociali, le cui memorie, certo pregevoli tutte, sono però di indole strettamente speciale e sperimentale, così da prestarsi poco alla lettura da parte di chi principalmente desideri arricchire, senza eccessiva fatica, la sua cultura generale scientifica.

Persuasa di ciò, e animata dal desiderio di infondere nuova vita nel Sodalizio, attirando a farne parte buon numero di naturalisti anche residenti fuori di Lombardia, rendendo veramente la Società Italiana il centro d'attrazione della vita naturalistica del nostro paese, la Presidenza ha proposto, e l'assemblea dopo matura discussione ha approvato, di pubblicare, oltre agli Atti ed eventualmente alle Memorie, che conserveranno l'antico carattere, una Rivista mensile, destinata a far conoscere ai naturalisti tutti, così scienziati e professionisti, come dilettanti, i più recenti e importanti progressi nei varî rami delle complesse discipline, per modo che ognuno possa avere un'idea, chiara e scientificamente esatta, delle scoperte principali che si fanno e delle teorie ed ipotesi che si discutono nei campi meno prossimi al suo.

Questa rivista, intitolata « **Natura** », uscirà per ora una volta al mese, in fascicoli illustrati di 32 pagine, la metà circa destinate ad articoli originali, sintetici e di interesse generale, e l'altra metà a recensioni e sunti di lavori importanti, notizie, informazioni, ecc ecc. La rivista non sarà, sul principio almeno, posta in vendita, ma solo data gratis ai Soci della Società Italiana di Scienze Naturali, nella speranza che nuove reclute si inscriveranno numerose nelle nostre file. Noi affrontiamo sereni il rischio e la fatica, persuasi che i naturalisti di tutta Italia ci sosterranno nell'ardita impresa, della quale è fine crescer lustro e dignità alla Scienza Italiana; dando a Lei notizia di questa deliberazione, noi ci permettiamo esprimere insieme la speranza che Ella in particolare, nostro egregio Consocio, vorrà, con la benevolenza che sempre ci addimostrò, renderla nota ai suoi colleghi ed amici, facendo attiva propaganda in prò del nostro Sodalizio. Il primo fascicolo, che sarà distribuito in Novembre, Le sarà inviato a tale scopo in più di un esemplare.

Accolga, egregio Consocio, l'espressione delle nostre anticipate grazie e dei nostri più devoti ossequî.

E. ARTINI
Presidente della Soc. Ital. di Scienze Naturali

M. DE MARCHI
Vice Pres. della Soc. Ital. di Scienze Naturali
Redattore capo di **"Natura,,**

Fig. 28 - Lettera del luglio 1909 ai Soci SISN di presentazione della nuova rivista mensile *Natura*.

NATURA

RIVISTA MENSILE DI SCIENZE NATURALI

EDITA DALLA

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

VOLUME I - FASCICOLO I

SOMMARIO

PUGLIESE A. — Sulle leggi che governano il processo della crescenza nell'uomo e negli animali superiori . . . . Pag. 1
ZAMBONINI F. — I minerali del Monte Somma e del Vesuvio . . . » 9
ISSEL R. — Le collezioni biologiche parlanti al Museo di Londra . . » 22

RECENSIONI: O. MATTIROLO. - I Tartufi. Come si coltivano in Francia. Perchè non si coltivano e come si potrebbero coltivare in Italia. (U. BRIZI). — V. FRANZ (Helgoland). - Das Pecten, der Fächer, in Auge der Vögel. (F. SUPINO). — H. MERENSKI. - Die Diamantvorkommen in Lüderitzland, Deutsch-Südwestafrika. — H. LOTZ. Ueber die Diamantablagerungen bei Lüderitzbucht.,— J. KUNTZ. - Ueber die Herkunft der Diamanten von Deutsch-Südwestafrika. — E. KAISER. - Ueber Diamanten aus Deutsch-Südwestafrika. (E. ARTINI) — L. MILCH. - Ueber Zunahme der Plasticität bei Kristallen durch Erhöhung der Temperatur. I. Mitth. Beobachtungen an Steinsalz. (E. ARTINI).

NUOVE PUBBLICAZIONI.

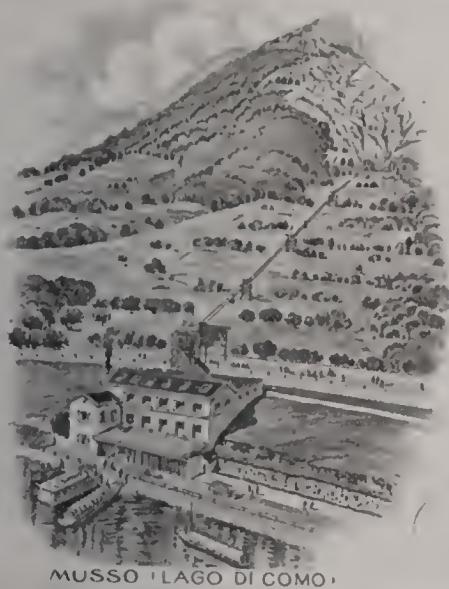
MILANO - NOVEMBRE 1909.

Fig. 29 - Frontespizio del Volume I - Fascicolo I di *Natura*, 1909. A tutto il 2000 sono stati pubblicati 89 volumi.

TERNATE (VARESE)

CARBONATO DI CALCIO
QUARZO

MUSSO (LAGO DI COMO)

BAVENO (LAGO MAGGIORE)

Luigi Scalini & C. Como

TELEGRAMMI
LUIGI SCALINI - COMO
TELEFONO N. 3-23

li 17 Giugno 1915

Eg. Sig. E r n e s t o P e l i t t i
Soc. Italiana Scienze Naturali
Museo Civico

M i l a n o

L'Eg. Prof. E. Repossi in una sua Nota sui "Filoni" Pegmatitici di Olciasca " pubblicata sul volume 411 Fascicolo IV degli "Atti della Società" nel marzo 1914, a pagina 495, parlando incidentalmente di una roccia di tipo aplitico attualmente sfruttata a scopi industriali in Val Varrone in faccia a Tremenico, soggiungeva che"su di essa si riservava di riferire prossimamente in modo particolareggiato" -

Ho atteso finora invano tale pubblicazione e incomincio quindi a dubitare ch'essa sia stata pubblicata in qualche altro Periodico. Siccome è cosa che molto mi interessa le sarò infinitamente grato s'Ella volesse aver la bontà d'interpellar il Prof. Repossi in merito a prima occasione che certamente avrà di vederlo e riferirmi la risposta.- Tanto meglio s'Ella potesse procurarmi le notizie su quel Feldspato che fu pure da me studiato ma a puri scopi di sfruttamento industriale.-

Favorisca pure dirmi coll'occasione come mi trovo di fronte al pagamento quota di socio annuale.-

Ringraziandola del disturbo colla massima stima distintamente La riverisco

CONDIZIONI DI VENDITA. — 1. I sacchi vuoti non resi franco luogo d'origine entro 30 giorni verranno fatturati L. 0.50 l'uno. — 2. La merce viaggia a rischio e pericolo del committente anche nel caso che venga fatturata franco destinazione. — Il peso della merce sarà indiscutibilmente quello risultante dai Bollettini ferroviari: I reclami per deficienze di peso, avarie od altro dovranno quindi venir diretti alle Amm. Ferroviarie. — 4. I pagamenti dovranno farsi al nostro domicilio in Como: sulle fatture scadute verrà applicato l'interesse legale mercantile. — 5. Nel caso di contestazioni o vertenze per foro competente sarà ritenuto quello di Como. — 6. Tutte le condizioni di cui sopra si intendono accettate senza riserve dall'acquirente col fatto dell'ordinazione della merce.

Fig. 30 - Corrispondenza societaria: lettera del 17 giugno 1915 del Socio L. Scalini di Como, interessato a fini di utilizzazione industriale dei feldspati segnalati dal prof. Repossi in Val Varrone (Tremenico).

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE

DIREZIONE GENERALE DELLE ANTICHITÀ E BELLE ARTI

Roma, addì 6 Marzo 1917

Divisione

N. di Posiz. 4 Bergamo =
Prot. 2205= Risposta a lettera del 24/2/17=

OGGETTO

ALLEGATI N.

In risposta alla pregiata lettera della S.V. del 24 febbraio, Le significo che già questa Direzione Generale delle Antichità e Belle Arti aveva seguito con vivo interesse e simpatia le ricerche scientifiche di alcuni membri di codesta Società, intorno alle cause di deterioramento dei quadri antichi, e con tanto maggior interessamento è lieta di offrire il suo migliore concorso, ora, che V.S. mi comunica l'intenzione di codesta Società di Scienze Naturali di farsi promotrice di uno studio sistematico degli organismi che possono causare effetti dannosi alle antiche pitture.

= IL MINISTRO =

AL PRESIDENTE
della SOCIETA' ITALIANA
DI SCIENZE NATURALI
= MILANO =

N. B. — Indicare sempre, nella risposta, la Divisione scrivente, la data e i numeri di archivio e di posizione.

Tip. Verona & C. - Roma

Fig. 31 - Corrispondenza societaria: lettera del 6 marzo 1917 della Direzione Generale delle Antichità e Belle Arti del Ministero dell'Istruzione su ricerche scientifiche intorno alle cause di deterioramento dei quadri antichi.

Milano li 24 marzo 1925.

A S.E. il MINISTRO
DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE
On.Prof.P.Fedele

R O M A

Mi onoro di trasmettere a V.E. per mandato avu-
tone dall'Assemblea della Società Italiana di Scienze Natura-
li tenutasi il 22 corrente, il quì unito ordine del giorno vo-
tato all'unanimità.

Esso rappresenta la sintesi di ampia discussione ini-
ziatasi in una seduta dello scorso Gennaio intorno all'inse-
gnamento delle Scienze Naturali nelle scuole secondarie, dis-
cussione che condusse alla nomina di una Commissione incarica-
ta di approfondire l'argomento e concretarlo in proposte.

La Commissione che risultò composta del Prof.Comm.
Ugo Brizi, ordinario di botanica del R.Istituto Superiore di
Agraria, Presidente, e dei membri Prof.Carlo Airaghi del R.
Liceo Berchet, Prof.Guglielmo Lusano del R.Liceo Parini, Prof.
Angelo Carlo Bruni dell'Istituto Superiore di Medicina Vete-
rinaria e Prof.Luisa Gianferrarri, libera docente incaricata
di biologia generale della R.Università, riferì nella detta
Assemblea presentando quale conclusione dei suoi studi l'or-
dine del giorno che riscosse l'unanime approvazione.

Nel raccomandare a V.E. vivamente i postulati in es-
so espressi posso assicurarLa che essi si inspirano al più

Fig. 32 - Lettera del Presidente SISN De Marchi, segnalante il voto unanime dell'Assemblea SISN del 22 marzo 1925 in argomento di richiesta di modifiche ai nuovi ordinamenti scolastici degli studi di Scienze naturali, considerati lacunosi.

(2)

vivo desiderio dei benemeriti insegnanti di Scienze Natu
rali di collaborare coi frutti dell'esperienza loro al
progressivo miglioramento dell'indirizzo degli studi che
sta a cuore al presente Governo per raggiungere una sem
pre maggiore efficacia dell'insegnamento e un reale pro-
gresso della cultura italiana.

Nella fiducia che V.E. vorrà tenerli in considera
zione speciale mi rassegno col maggiore ossequio

di V.E.devmo

IL PRESIDENTE

Segue Fig. 32

Ministero
della Pubblica Istruzione

DIREZIONE GENERALE DELLA ISTRUZIONE MEDIA

Ufficio Affari Generali

N. di Prot. 138 Allegati

Roma addì 22 aprile 1925

Al Chiar.mo
dott. Marco DE MARCHI
Presidente della Società italiana
di Scienze Naturali
Palazzo del Museo Civico
Corso Venezia
MILANO

Risposta al Foglio del
Div. Sez. N.

OGGETTO = Voto dell'Assemblea della Società italiana di Scienze Naturali.

Ho ricevuto l'ordine del giorno da Lei cortesemente comunicatomi per mandato avuto dall'Assemblea di codesto Sodalizio nell'adunanza del 22 marzo 1925 e vivamente La ringrazio.-

Benchè io non condivida alcune ~~delle~~ delle osservazioni ivi fatte, non disconosco l'importanza dell'ufficio che deve essere riservato nella nostra scuola media all'insegnamento delle scienze naturali; ma ritengo che gli ordinamenti didattici traggano vantaggio oltre che dalla loro intrinseca bontà, anche dalla loro stabilità, per modo che qualunque opera di rifacimento non possa andare disgiunta da un giusto senso di cautela e di misura.

IL MINISTRO
Fedele

Fig. 33 - Lettera del 22 aprile 1925 del Ministro della Pubblica Istruzione, Fedele, in risposta alla lettera del Presidente SISN, De Marchi, della Fig. 32.

Vi. Vollini 64-7

FEDERAZIONE PROVINCIALE FASCISTA MILANESE
DEGLI ENTI CULTURALI

~~VIA MANZONI N.~~ 41 – MILANO – TELEFONO N. 65-253

Piazza Belgioioso

Milano, li 24.10.1930 193...

ILL.SIG.DR.COMM.MARCO DE MARCHI
PRESIDENTE SOC.IT.DI SCIENZE NATURALI
MILANO= VIA FORONUOVO 23

In obbedienza a direttive delle Superiori Gerarchie,é stata costituita in Milano, ed é presieduta da S.E.Alfieri, la Federazione Provinciale Fascista Milanese degli Enti Culturali, i cui fini specifici sono fissati nello statuto, che qui Le accludiamo,nella previsione che l'Associazione presieduta dalla S.V.voglia aderirvi.

Ci permettiamo richiamare l'attenzione della S.V.sul fatto che a questa Federazione é affidata,in linea generale,la sorveglianza di tutte le manifestazioni o iniziative culturali che si svolgeranno nella Provincia, affinché esse, pur conservando la propria libertà,s'intonino meglio alla vita della Nazione e non contrastino alle direttive del Regime.

In conseguenza di ciò, tutte le Associazioni che intenderanno svolgere attività culturali,dovranno d'ora innanzi inviare,di volta in volta, i loro programmi a questa Presidenza.

Saluti fascisti.

FEDERAZIONE PROVINCIALE FASCISTA
MILANESE ENTI CULTURALI
IL SEGRETARIO
(Giulio Dolci)

Fig. 34 - Lettera del 24 ottobre 1930 della Federazione Provinciale Fascista Milanese degli Enti Culturali.

18 Novembre 1930
Anno IX.

Risposta

On. Federazione Fascista Provinciale Milanese

degli Enti Culturali

In riscontro alla comunicazione 24 Ottobre e in seguito ai reciproci chiarimenti scambiati nel colloquio del 17 corr. col Chiar.mo Prof. P[illegible], di pieno accordo con esso, ci pregiamo confermare che, data l'attività strettamente scientifico-naturalistica della Società nostra e il modo di esplicarla in prevalenza privato, non abbiamo riscontrato condizioni tali da richiedere l'adesione di essa alla Federazione Provinciale Fascista Milanese degli Enti Culturali.

Con ossequi

IL PRESIDENTE

IL SEGRETARIO

Fig. 35 - Risposta del 18 novembre 1930 del Presidente De Marchi alla Federazione Provinciale Fascista Milanese degli Enti Culturali.

Milano, 9 Novembre 1936-XV°

Onorevole CONSIGLIO DIRETTIVO della

SOCIETA' ITALIANA DI SCIENZE NATURALI

M I L A N O

Mi pregio con la presente di partecipare che il mio dilettissimo Marco, con disposizioni testamentarie che avrebbero dovuto aver valore soltanto nel caso di mia premorienza, ma che io desidero di far mie per quella comunanza di pensieri che sempre ci ha uniti, aveva disposto di un legato di £. 200.000.= in Rendita dello Stato a favore di cotesta Società, e per essa al Suo Presidente pro tempore.

Desiderando, ripeto, di tradurre in atto tale Sua volontà sotto forma di mia personale donazione, prego cotesto benemerito Consiglio di voler prendere accordi col mio Procuratore Sig.Avv. Diego Martello, Via Arcivescovado 1, per concretare le norme cui subordinare la donazione stessa, in modo da garantire la intangibilità di cotesto nuovo incremento patrimoniale, e ciò in armonia alle disposizioni statutarie della Società.

Sperando che il dono abbia ad essere accolto con lo stesso cuore col quale il mio Marco ed io lo abbiamo offerto, mi è gradito di porgere gli atti della mia devota osservanza.

Rosa De Marchi Curioni

Fig. 36 - Lettera del 9 novembre 1936 della vedova del Presidente Marco De Marchi per il legato di Lire 200.000 a favore della SISN.

Società Italiana
di
Scienze Naturali
Palazzo del Museo Civico
Milano
Corso Venezia

Milano, li 8 Maggio 1909.

Egregio Consocio,

Nell' ultima seduta della Società si è deliberato di tenere la prossima adunanza al Monte Campo dei Fiori, sopra Varese, il giorno 23 del corrente mese di Maggio. La Presidenza, invitando i Soci ad intervenire numerosi, è lieta di comunicare fin d' ora il programma della gita:

Partenza da Milano (Stazione treni elettrici F. S.)	ore 7.7	
Arrivo a Varese	» 8.11	
Partenza ferrovia elettrica e funicolare per il Sacro Monte	» 8.30	circa
Arrivo al Sacro Monte	» 9.30	
Partenza per il Campo dei Fiori	» 10.—	
Colazione lungo la strada	» 12.—	circa
Discesa dalla cresta	» 15.—	
Arrivo alla Madonna del Monte	» 17.—	
Discesa a Varese	» 17,30	
Arrivo a Varese	» 18,30	
Pranzo Sociale a Varese	» 19,—	
Partenza da Varese per Milano	» 21,34	
Arrivo a Milano	» 22,40	

I Sigg. Soci che desiderano partecipare alla gita sono pregati ad inscriversi presso la Segreteria, non più tardi del 18 corrente, versando all'atto dell'iscrizione L. 5.— per il pranzo sociale a Varese e spese diverse. Ognuno dovrà pensare per proprio conto alle spese di viaggio (1) e portare con sè la colazione, da consumarsi all'aperto, escluso il vino, al quale provvede la Società.

Alla gita potranno prender parte anche persone estranee alla Società, purchè presentate da un Socio. All'atto dell'iscrizione sarà distribuito uno schizzo geologico della regione da percorrere.

Il Presidente
A. ARTINI

(1) Biglietto andata e ritorno valevole una sola giornata, da Milano Centrale al Sacro Monte di Varese, in I.ª Classe L. **6,70**; in III.ª Classe L. **4,15**.

Fig. 37 - Gita Sociale del 23 maggio 1909 al Monte Campo dei Fiori, sopra Varese e, nella pagina seguente, schizzo geologico dell'area.

Schizzo geologico del M. Campo dei Fiori (1226)

(Scala 1 : 50000)

1 - Quaternario (Morene, detrito di falda ecc.)
2 - Majolica (Calcare a noduli e straterelli selciosi).
3 - Rosso ad aptici (Marne rossastre, con straterelli selciosi)
4 - Lias sup. e medio (Marne micacee rossastre e grigiastre)
5 - Lias inf. (Calc. nerastri con selci; calcari brecc.; arenarie verd. (Cava))
6 - Dolomia a Conchodon
7 - Retico (Calc. grigiastro spugnoso; scisti calc. grigio-rossicci, ecc.)
8 - Dolomia principale
9 - Raibliano (Marne scistose rosse, verdi, con interc. calc. e arenac.)
10 - Trias medio (Banchi dolomit.)
11 - " infer. (Arenar. grossol. ross.)
12 - Porfidi
13 - Porfiriti
14 - Scisti cristallini

Segue Fig. 37

DALLA RICOSTRUZIONE POSTBELLICA DI MILANO ALL'INIZIO DEL NUOVO SECOLO: 1946-2000

A Seconda Guerra Mondiale conclusa e occupazioni militari superate, lo straordinario impegno della città di Milano nella ricostruzione del tessuto urbano comprese la rinascita del Museo Civico di corso Venezia, che era andato quasi completamente distrutto dai bombardamenti aerei dell'agosto 1943. Insieme, la SISN con l'entusiasmo delle sue componenti ([1]), rinnova allora i propri impegni sociali, scientifico-culturali mai peraltro sospesi, ma pur limitati per forza maggiore negli anni immediatamente precedenti; e ciò in quanto condizionati dalla svalutazione monetaria galoppante allora in atto, ma riuscendo a far fronte ai disavanzi della gestione finanziaria sociale, grazie a contributi personali straordinari ([2]), in aggiunta agli introiti derivanti dalla voce «quote sociali». L'importo unitario di queste ultime era bensì lievitato in sei anni di 20 volte rispetto alle 100 lire versate da ogni Socio per il 1944.

L'attività organizzativa del Direttivo sociale continuò sempre con scadenze almeno bimestrali (fino all'anno 1962 e perfino mensilmente nel biennio 1963-1964) anche in vista delle regolamentari Adunanze assembleari ordinarie di ogni anno, nel corso delle quali, per tradizione, alcuni dei Soci stessi, studiosi dei vari rami delle Scienze Naturali, intervenivano a illustrare i risultati delle loro esperienze e ricerche. Si ebbe così l'incremento dei contatti in prospettiva oltre che con il Civico Museo, con altri sodalizi e Istituti culturali, interessati alle osservazioni inerenti agli aspetti naturali degli ambienti terrestri, dei paesaggi geografici ([3]) e insieme aumento del numero degli associati; questi erano già saliti dai 246 del 1939 ai 339 del 1956 ([4]), vigilia della celebrazione del centenario della Società che fu indetta per il 19 maggio 1957. A titolo di richiamo propulsivo dell'attenzione pubblica e per degno e opportuno risalto alla manifestazione coinvolgente l'ospitante ricostruito Civico Museo di Storia Naturale, alla manifestazione parteciparono il Sindaco cittadino (Prof. Virgilio Ferrari) e l'Assessore all'Educazione (Dott. Lino Montagna), gli interventi dei quali, in sede di ricevimento alla Villa Comunale di Via Palestro, figurano nell'edizione del volume «Cento anni della Società Italiana di Scienze Naturali 1857-1957»([5]).

Si era allora appena in coda al periodo in cui, durante la cosiddetta «ricostruzione» postbellica dell'economia e della società, anche le difficoltà dei trasporti avevano limitato le possibilità di movimento sul territorio; non erano tuttavia mancate nel 1949 una escursione d'interesse geologico nel Varesotto (a Cuasso al Monte, il 10 giugno) e nell'autunno 1952 all'Alpe Turati e al Buco del Piombo nel Triangolo Lariano; iniziative che invece si moltiplicarono poi negli anni successivi, in forza del forte risveglio d'interessi, sostenuto, oltre che dalla rinnovata gestione del ricostruito Museo, dalla convergenza d'attenzione corrispondente ai collegamenti dei membri del Direttivo con Facoltà universitarie e con altri sodalizi, in prospettiva socio-culturale: quali il CAI (Comitato Scientifico Centrale e Sezioni locali suburbane), la SEM (Società Escursionisti Milanesi), i «Gruppi» speleologici, geologici, botanici ecc., sorti nel frattempo. L'elenco delle visite guidate, non solamente in territorio lombardo, ma pure in Emilia, Liguria, Piemonte e Val d'Aosta, Veneto, Trentino e all'estero (nel Vallese all'Aletsch e alla Riserva naturale di Derborance), indica da allora in poi fino a tre escursioni durante un solo anno (1975) per un totale di una trentina dal 1965 in poi.

Erano anni in cui fermentava già diffuso riconoscimento, storicisticamente e pure idealisticamente intrinseco – dopo la riforma Gentile degli anni Venti – al processo evolutivo del sapere, dell'esigenza dell'aggiornamento dell'insegnamento anche delle Scienze Naturali; a cominciare dai programmi e dalla didattica, nella scuola secondaria, sia media sia superiore. Il progressivo accelerato processo di sviluppo tecnologico ha finito per prolungare fino a oggi i dibattiti in argomento, permettendo anche alla SISN, in connessione con l'Istituto L. Geymonat per la Filoso-

---

([1]) Da notare che fra il 1944 e il 1950 le figure del Direttore del Museo Civico e di Presidente della SISN coincisero nella medesima persona del Prof. Bruno Parisi (deceduto nel 1957).

([2]) Dopo un disavanzo 1945, saldato grazie a un Socio Consigliere (il Dott. Ing. Luigi Magistretti) i contributi straordinari alla cassa sociale passarono da L. 101.350 a fine 1946 a L. 176.800 per il 1947, L. 135.200 per il 1948, L. 277.000 per il 1949, L. 190.500 per il 1950, L. 244.500 per il 1951, L. 252.000 per il 1952; grazie a un primo intervento del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) a sostegno delle pubblicazioni SISN-Museo Civico per il 1953, nonostante la mole delle pubblicazioni diramate, la SISN raggiunse un avanzo nel 1954 di 27.417 lire.

([3]) Oltre ai diversi Istituti di Facoltà universitarie, Società scientifiche e Sezioni del Museo Civico, il Comitato Pro Flora Lombarda, le Sezioni lombarde della Società Botanica Italiana, dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia nonché di Scienze Naturali, del WWF, del Comitato Scientifico Centrale del CAI e Commissione Scientifica G. Nangeroni del CAI Milano.

([4]) Dell'universo di 339 Soci, 29 erano Istituti culturali nazionali più 9 persone residenti all'estero (Cile, Somalia, Svizzera, USA).

([5]) Il volume del 1957 comprende un «Indice» che contempla una biblioteca costituita da 95 volumi di *Atti*, 47 volumi del periodico *Natura*, da 45 *Memorie* monografiche su importanti argomenti scientifici, per un complesso di circa 50 mila pagine, molte centinaia delle quali di Autori che figurano fra i primi chiari personaggi della scienza italiana; fra i quali alcuni di coloro che poterono dedicare il loro interesse anche alle osservazioni soprattutto in Africa Orientale e Settentrionale; di quest'ultime nell'Indice figurano significativamente ben 133 contributi posteriori al 1906 per la Zoologia e 52 per Geografia, Geologia e Paleontologia. Si aggiunsero oltre a un Elenco dei Soci, un compendio storico della sequenza dei componenti del Direttivo della Società.

fia della Scienza, Logica e Storia della Scienza, di interessarsi al problema dell'inadeguatezza della scuola perdurante ancora nell'ultimo scorcio del secolo; inadeguatezza, in relazione alla quale necessita sottolineare la centralità culturale di un corretto insegnamento del pensiero scientifico e proporre nuove riflessioni circa la valutazione del contributo che differenti branche scientifiche – dalla Fisica, Matematica, Biologia alla Filosofia, Geografia ecc. – possono arrecare all'organizzazione dei percorsi attuabili entro l'insegnamento secondario superiore in Italia ([6]).

L'accresciuto interesse per le Scienze Naturali, sospinto dall'accelerazione delle scoperte scientifiche in generale e dalla moltiplicazione degli stimoli derivanti dalle innovazioni dell'informazione di diverso tipo e provenienza, si è riflesso ulteriormente nell'universo Soci della SISN, sostenuto però contemporaneamente tanto dal richiamo espresso dall'attività professionale dei vertici del Direttivo del Sodalizio e dall'adeguamento strutturale di quest'ultimo anche con l'ottimizzazione della propria organizzazione. Tant'è che anche il numero dei Soci SISN era andato crescendo fino a circa 1000, ossia del 300% rispetto a quelli del 1946.

Si era reso intanto necessario il rinnovo (1995) della Convenzione originariamente stipulata (1866) con il Comune di Milano, in vista non tanto solamente dell'ospitalità materiale chiesta e ottenuta già sin dalle origini della Società nella sede del Museo Civico, ma pure della collaborazione alle iniziative di carattere culturale naturalistico ad ampio orizzonte, organizzabili in situ; e coerentemente con la Convenzione – dopo lunga riflessione in sede sociale, iniziata già dal 1991 – la riformulazione nel 1997 del Regolamento statutario sociale rispetto all'edizione vigente dopo gli aggiornamenti già prima resisi necessari fino al 1947.

Per soddisfare gli interessi dei sempre numerosi appassionati al mondo dei volatili – non solamente dell'areale nazionale – era nata nel 1911 la *Rivista Italiana di Ornitologia*; la sua «prima serie» venne gestita fino al 1925 dal Dott. Ettore Arrigoni degli Oddi di Ca' Oddo e ripresa in «seconda serie» nel 1931 dal Prof. Edgardo Moltoni fino a quando, dopo la sua morte (12 gennaio 1980), il periodico venne ereditato dalla Società Italiana di Scienze Naturali, nella persona del Direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Prof. Cesare Conci, alla cura del quale, con il contributo iniziale del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), si deve la continuità della pubblicazione (Fig. 38).

Era intanto rinata nel 1992 (con una nuova serie) la rivista *Paleontologia Lombarda* (Fig. 39), a felice ripresa della *Paléontologie lombarde* di Antonio Stoppani. In corrispondenza, da una parte, dell'approfondimento settoriale degli interessi scientifici, sollecitato di per se stesso dallo sviluppo generale delle osservazioni naturalistiche e dall'altra dall'esigenza di coordinazione delle attività affermatesi nell'aggregato sociale, si è resa opportuna la creazione di Centri di Studio attivi in particolari direzioni, adeguatamente regolamentati anche in vista dello sviluppo delle occasioni di incontri.

In seguito alla cessazione dell'attività tipografica fornita per molti decenni dalla Tipografia Fusi di Pavia, l'attività di stampa passava alla Litografia Solari di Peschiera Borromeo. Contemporaneamente, all'ottimizzazione dell'attività funzionale di segreteria hanno contribuito sia l'introduzione di procedure informatiche – a cominciare dalla schedatura dei Soci nel rispetto delle nuove norme sulla *privacy* informatica, dall'inserimento (1997) della SISN nella rete Internet e dall'apertura di un «portale», dall'indicizzazione dei contributi pubblicati dalla nascita del Sodalizio – sia il coinvolgimento volontario di Soci nell'attività funzionale di Segreteria e Biblioteca. Si è così guadagnato spazio per nuove iniziative, a cominciare dalle riqualificazioni delle riviste e dal recupero dei tempi editoriali, per giungere pure all'apertura serale della sede ogni primo giovedì del mese, per incontri illustrativi delle osservazioni naturalistiche di vario genere esperite dai Soci. Dall'attività degli ultimi anni emergono per la storia della SISN la celebrazione del compleanno centenario del Prof. Ardito Desio (17 maggio 1997) (Fig. 40) e la spedizione «ETS 1999» in Germania (Monaco di Baviera) per le osservazioni e misure dell'eclisse totale di Sole (11 agosto 1999) (Fig. 41).

(B. P.)

([6]) Minazzi F., 1995 - Per il futuro della scuola italiana. *Natura*, v. 86/1.

RIVISTA ITALIANA DI ORNITOLOGIA

COMITATO DI REDAZIONE

PIERANDREA BRICHETTI
CESARE CONCI
ELIO A. DI CARLO
SERGIO FRUGIS
ANGELO PRIOLO
SILVANO TOSO
CARLO VIOLANI

SECONDA SERIE

SI PUBBLICA OGNI TRIMESTRE

A. 51, N. 1-2
GIUGNO
1981

G. Gallelli

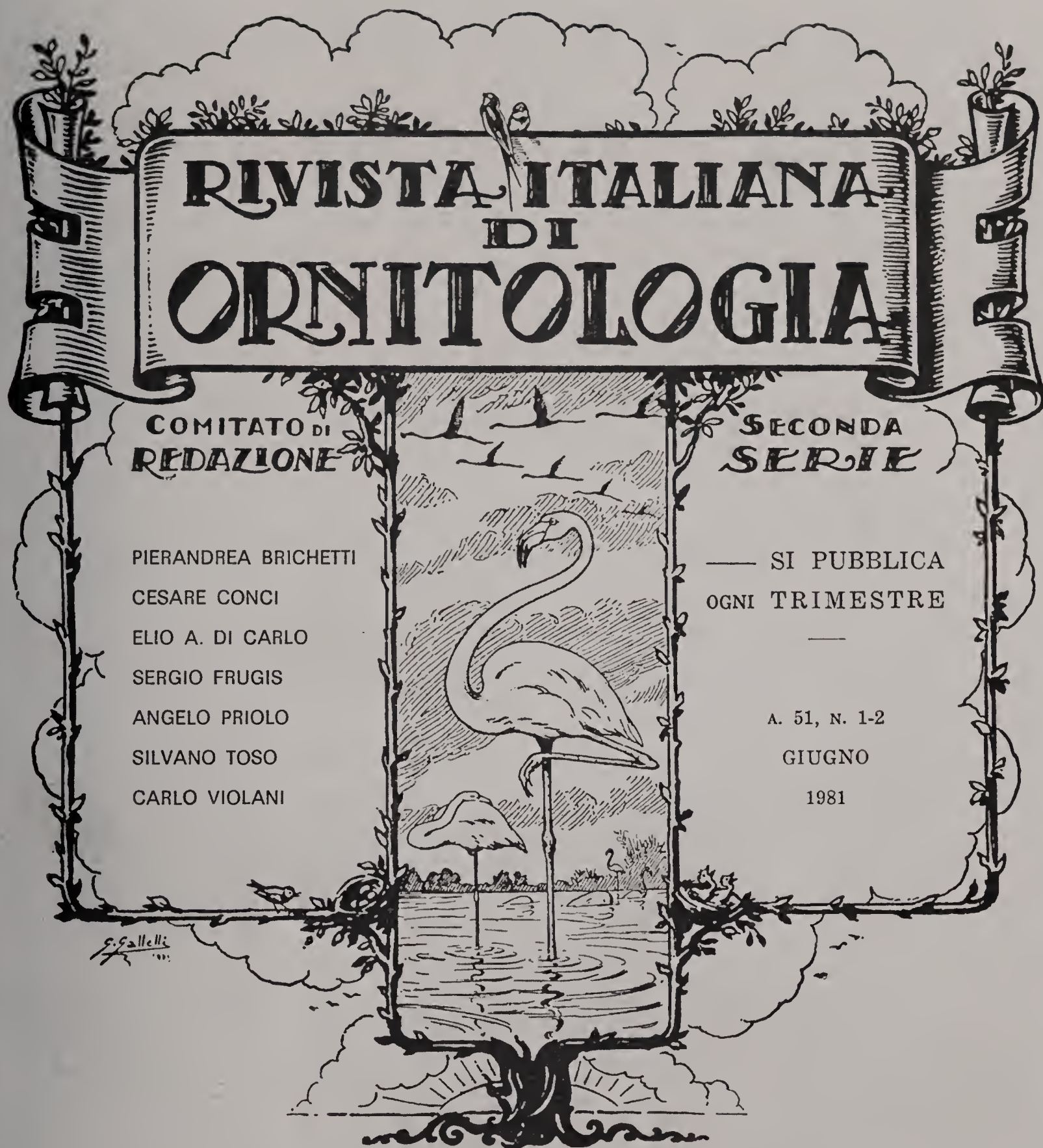
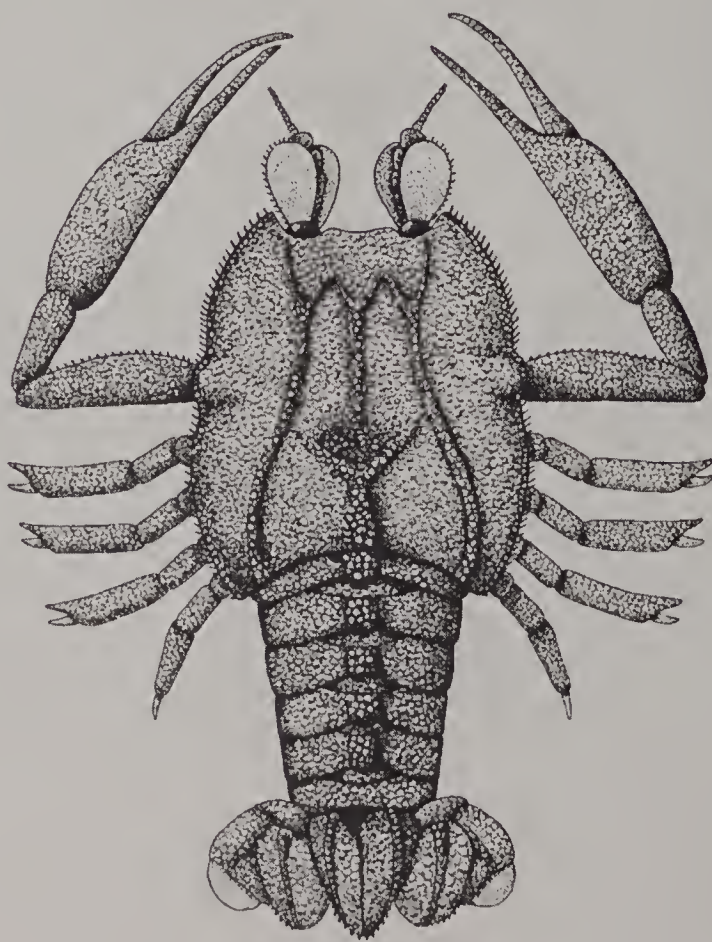
SOCIETA' ITALIANA DI SCIENZE NATURALI
MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE - MILANO

1981

Fig. 38 - Frontespizio del Volume 51 (giugno 1981) della *Rivista Italiana di Ornitologia*, primo numero edito dalla Società Italiana di Scienze Naturali e dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano. A tutto il 2000 sono stati pubblicati 76 volumi.

PALEONTOLOGIA LOMBARDA

Nuova serie Volume I

Alessandro Garassino & Giorgio Teruzzi

A new decapod crustacean assemblage from the Upper Triassic of Lombardy (N. Italy)

Società Italiana di Scienze Naturali
Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Milano, 1993

Fig. 39 - Frontespizio del Volume I - Nuova serie - di *Paleontologia Lombarda*, 1993.

Comune di Milano
Settore Cultura e Spettacolo

Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Società Italiana
di Scienze Naturali

100 ANNI
di ARDITO DESIO

SABATO 17 MAGGIO 1997
ore 17,00

Aula Magna
Museo Civico di Storia Naturale
Corso Venezia, 55 - Milano

Programma

Dott. L. Cagnolaro *Direttore del Museo di Storia Naturale di Milano*
Prof. B. Parisi *Presidente della Società Italiana di Scienze Naturali*
Prof. G. Orombelli *Comitato Glaciologico Italiano*
Prof. C. Smiraglia *Comitato Scientifico del CAI*
Dott. C. Sommaruga *Desio e la Speleologia*
Dott. A. Franchino *Desio, la Libia e il Petrolio*

Fig. 40 - Celebrazione della SISN per i «100 anni di Ardito Desio». Milano, 17 maggio 1997.

Fig. 41 - Frontespizio del numero di *Natura* dedicato alla spedizione SISN «ETS 1999» a Monaco di Baviera per l'eclisse totale di Sole dell'11 agosto 1999.

Appendice

PROFILI DEI PRESIDENTI DALLA FONDAZIONE AL 1983

Ambrogio Robiati (? - 1861)

Professore di fisica e matematica, «Proprietario e Direttore d'uno Stabilimento di istruzione privata in Milano, contrada di S. Paolo 947» è stato nel 1855 il Promotore e Fondatore della Società Geologica residente in Milano (poi Società Italiana di Scienze Naturali). Il 1° dicembre 1858 è stato nominato Presidente Onorario Perpetuo. A fianco è raffigurato lo stemma dell'Istituto Robiati, impresso a secco sulla carta da lettera dell'ing. Ambrogio Robiati. In un'altra carta intestata è riportata la dicitura: «Istituto Robiati di Ginnasio-Liceale e Scuola Reale completa in Milano».

Emilio Cornalia (Milano, 1824 - 1882)

Professore di geologia, etnologia ed entomologia applicata, accademico dei Lincei e Socio corrispondente di diverse altre accademie nazionali, Presidente della «Società Promotrice di esplorazioni scientifiche» e Direttore della «Società Generale degli Agricoltori Italiani» di Milano.
Co-fondatore della SISN, ne è stato Presidente per oltre vent'anni (1859-1882). Coautore con Antonio Stoppani per la «Paléontologie Lombarde ou description des fossiles de Lombardie» (1858-1881); da entomologo si occupò a lungo del bombice del gelso e della pebrina: le spore del *Nosema bombycis* Naegeli furono da L. Pasteur battezzate «corpuscoli di Cornalia».

Antonio Stoppani (Lecco, 1824 - Milano, 1891)

Sacerdote (dal 1842) di idee liberali, per le quali fu allontanato dall'insegnamento umanistico, ma poi abilitato a quello delle Scienze Naturali (1859), cui si era avvicinato come appassionato della geologia e paleontologia delle montagne lombarde.
Professore di Geologia all'Università di Pavia (1861-1862), poi all'Istituto Tecnico Superiore di Milano (1862-1878), all'Istituto degli Studi Superiori di Firenze (1878-1883), di nuovo infine a Milano. Primo Presidente del neonato Club Alpino Italiano, co-fondatore dell'Ufficio Geologico di Stato (1873), già Segretario dal 1859 della SISN, dal 1883 ne è stato Presidente oltre che Direttore del Museo Civico di Storia Naturale fino alla morte.
Noto già come pubblicista anticuriale, fondatore del periodico *Il Rosmini*, fautore della conciliazione tra religione e patriottismo, fede e scienza, acquisì fama diffusa con i suoi contributi di divulgazione naturalistica, in particolare come autore de *Il Bel Paese*, che ebbe 150 edizioni dopo la prima del 1875.
Opere principali: «Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia» (1857); «Paléontologie Lombarde» (1858-1881, con E. Cornalia e G. Meneghini); «Corso di Geologia» (1871-1873); «L'Era Neozoica in Italia» (1881).

Gaetano Negri (Milano, 1838 - Varazze, 1902)

Ex-ufficiale del R. Esercito Italiano, segnalatosi già valorosamente in operazioni di repressioni del brigantaggio, Socio della SISN dal 1867 in quanto cultore di geologia, studioso di storia religiosa e interessato all'amministrazione politica di Milano. Fu eletto Consigliere comunale di Milano (1879) e poi, quale Sindaco (1885-1889), si guadagnò la fama di battagliero «uomo di ferro» di una città in piena trasformazione (Piano regolatore urbano, questione dazio del consumo ecc.). Fu nominato Senatore del Regno nel 1891. Fu Presidente della SISN dal 1892 al 1894.

Giovanni Celoria (Casale Monferrato, 1842 - Milano, 1920)

Ingegnere astronomo addetto all'Osservatorio di Brera (dal 1863), poi dal 1900 suo Direttore, docente al Politecnico di Milano, membro e Presidente della Commissione Geodetica Italiana, Senatore del Regno.
Fondamentali della sua attività di ricerca sono stati i calcoli astronomici, le statistiche stellari e la geodesia. Socio della SISN dal 1895, ne fu Presidente dal 1895 fino al 1898, impegnatissimo propulsore del Sodalizio e interessante divulgatore scientifico. Di specifico e maggior interesse sono la *Memoria* «Sopra alcuni scandagli del cielo, eseguiti all'Osservatorio Reale di Milano» (1873) e l'illustrazione delle osservazioni di Paolo Dal Pozzo Toscanelli, in argomento di comete.

Edoardo Porro (Padova, 1842 - Laveno, 1902)

Laureato in Medicina nel 1866 all'Università di Pavia, Medico praticante presso l'Ospedale Maggiore di Milano, lasciò la professione per arruolarsi tra i garibaldini. Si distinse nelle battaglie del monte Suello, di Bezzecca e di Mentana. Assistente all'Ospedale Maggiore e alla Scuola d'Ostetricia di Milano, assunse la Cattedra di Ginecologia a Pavia nel 1875 e nel 1882 a Milano. Gli si deve la reintroduzione del taglio cesareo, eseguito per la prima volta nel 1876 con nuove metodologie intese a eliminare i pericoli di infezione che avevano fatto abbandonare questa tecnica. Nominato membro nel 1885 della Commissione Consiliare Comunale di Milano per il Piano Regolatore, fu nominato senatore del Regno nel 1891.
Fu Socio della SISN dal 1896 al 1902 e ne fu Presidente nel 1900 e nel 1901.

Cristoforo Bellotti (Milano, 1823 - 1919)

Laureato in Scienze Naturali, cominciò coll'interessarsi alla bachicoltura, pubblicando 13 note. In seguito studiò a Parigi e a Londra e si appassionò all'ittiologia. Viaggiò in Istria, Dalmazia, Spagna, Egitto, Francia, nelle Baleari e nelle isole italiane per raccogliere esemplari che andarono ad arricchire le raccolte del Museo Civico di Storia Naturale di Milano (oltre 4000 esemplari). Si dedicò pure allo studio dei pesci fossili di Besano e di Perledo, pubblicando nel 1857 la «Descrizione di alcune specie di pesci fossili di Perledo e di altre località Lombarde» in appendice al volume «Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia» di Antonio Stoppani e compilando, nel 1873, il «catalogo manoscritto dei pesci fossili del Museo di Storia Naturale di Milano».
Combatté nelle cinque giornate di Milano.
Fu membro del Collegio dei Consevatori del Museo di Milano dal 1858 al 1904.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte.
Dal 1859 al 1867 ne fu Conservatore, dal 1877 al 1885 e nel 1900 e 1901 membro della Commissione Amministrativa, dal 1886 al 1894 Vice presidente, nel 1902 e 1903 Presidente, dal 1904 al 1919 Consigliere.
Intervenne personalmente a sanare il deficit della Società nei momenti di crisi e creò un fondo intangibile al quale contribuì anche nel 1918 con una donazione di 15.000 lire. In occasione del cinquantenario di fondazione, nel 1906, si impegnò a versare fino a 25 quote di Soci perpetui a fronte di ogni nuova iscrizione in tale categoria.

Ettore Artini (Milano, 1866 - 1928)

Mineralogista e tecnico minerario, Professore all'Università di Milano, Accademico dei Lincei, Direttore della Sezione Mineralogica del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Socio della SISN dal 1896, poi Presidente della medesima (1904-1911).
Contribuì in particolare alla conoscenza dei giacimenti minerari nazionali, ed è noto, oltre che per le ricerche sistematiche sulla forma dei derivati del benzolo, per avere scoperto nuovi minerali (bavenite, bazzite, brugnatellite).
Opere principali: «Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia» (1900, in collaborazione con G. Melzi), «Lezioni di mineralogia e materiali da costruzione» e, per la collana Manuali U. Hoepli, le guide «I Minerali» (1914) e «Le Rocce» (1919).

Marco De Marchi (Milano, 1872 - Varenna, 1936)

Laureato in Scienze Naturali all'Università di Pavia (1901), all'influenza dei docenti della quale va fatto risalire il suo interesse per la Zoologia in generale.
Contribuì in particolare allo studio dell'ambiente naturale delle acque del Verbano, del Lario, del Trentino (Laghi di Colbricon: *Streblocerus serricaudatus*).
Favorito da impegni familiari in Sud America, si occupò della fauna e flora in Argentina.
Socio della SISN dal 1899, ne assunse la Presidenza (1912), che tenne per 24 anni consecutivi, contemporaneamente a specifici incarichi governativi oltre al carico di munifici impegni a favore della SISN e del Museo di Storia Naturale di Milano, del Club Alpino Italiano, della fondazione di importanti Enti cittadini e non.

Ugo Brizi (Ancona, 1868 - Milano, 1949)

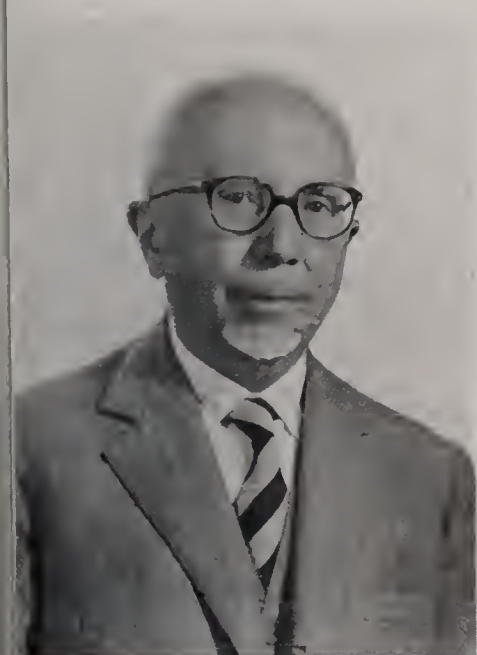
Laureato in Medicina all'Università di Roma, impegnato (1895-1903) alla Stazione di Patologia vegetale della capitale, legò il proprio nome alla Briologia e Micologia, allo studio delle alterazioni causate alle piante dalle emanazioni di gas tossici dagli stabilimenti industriali. Nel 1903 passò alla Scuola Superiore di Agricoltura di Milano (poi Istituto Superiore Agrario, indi Facoltà di Agraria) e ne assunse (1910) la Cattedra di Botanica, presso la quale coltivò fino al 1938, in particolare, studi di Fitopatologia (peronospora del riso, neoplasia batterica di pioppo ecc.) oltreché di Genetica Vegetale e piante officinali, con indirizzo prevalentemente applicativo. Membro effettivo dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, oltre che di Società e Accademie straniere, fu Socio SISN dal 1904 e ne sostenne la Presidenza dal 1937 al 1943.

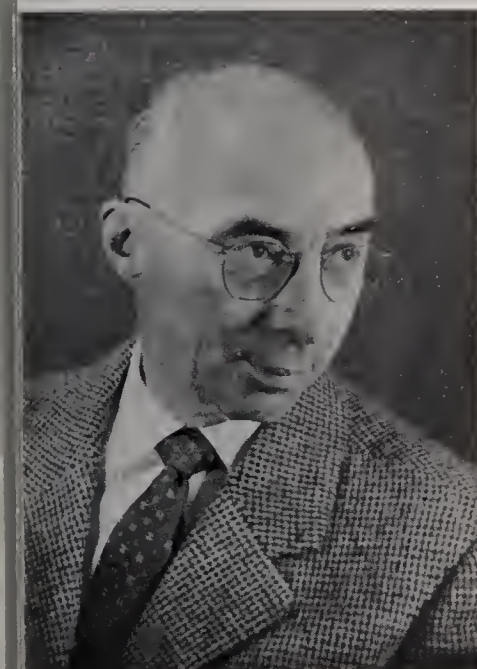
Bruno Parisi (Tajo, 1884 - Roveré della Luna, 1957)

Espulso per irredentismo dalle Università austriache, si laureò in Scienze Naturali all'Ateneo taurinense. Assistente alla Cattedra di Zoologia della Scuola Superiore d'Agricoltura di Milano, venne assunto quale Professore aggiunto prima e poi Direttore della Sezione di Zoologia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano (1921), prima di assumere la direzione del Museo stesso (1929), che tenne fino al 1950, insieme con la carica di Presidente della SISN (dal 1944 al 1951).
Si occupò di sistematica dei Protozoi, in particolare degli Artropodi (Crostacei decapodi). Benemerito per aver contribuito, anche finanziariamente, all'arricchimento delle collezioni e della Biblioteca Museale, fu insignito della Medaglia d'Oro del Comune di Milano (1951), anche per lo zelo dedicato alla ricostituzione del Museo stesso e delle sue raccolte, dopo l'incendio da bombardamento aereo dell'agosto 1943. Ha meritato rinomanza internazionale pure per la sua raccolta di orologi, con bibliografia specializzata, lasciata al Museo della Scienza e della Tecnica di Milano.

Luigi Magistretti (Milano, 1886 - 1958)

Laureato in Ingegneria al Politecnico di Milano (1911), fu dapprima Assistente universitario per Mineralogia, l'interesse per la quale mai gli venne meno, come dimostrano le date dei suoi contributi ai Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, come agli Atti della SISN – della quale fu Socio Perpetuo dal 1929 – nonché il suo impegno per la fondazione e la gestione della Società Mineralogica Italiana.
Mise però proficuamente a frutto spiccate attitudini per le applicazioni tecnico-ingegneristiche innovative e capacità organizzative. In virtù di queste, l'impresa personale da lui fondata nel 1925 s'affermò con l'acquisizione di commesse d'importanti opere civili (centrali idro e termo-elettriche, attrezzature idrologiche e non ecc.). Il che ne fece anche un grande mecenate cittadino, meritevole della Presidenza del Consiglio di Vigilanza del Museo Civico di Storia Naturale di Milano (1935-1945), nonché della SISN (dal 1952 al 1958), dopo esserne stato Consigliere dal 1948.

Emanuele Grill (Nido d'Orso di Prali, 1884 - Pinerolo, 1961)

Laureato in Scienze Naturali alla Facoltà di Scienze dell'Istituto di Studi Superiori di Firenze (1910); Assistente prima e Aiuto poi (1913) presso il locale Istituto di Mineralogia; Libero Docente (1916), impegnato dopo la Grande Guerra 1915-1918 in campagne mineralogiche nelle Alpi piemontesi; poi Direttore dell'Istituto Mineralogico (1922-1926) e cattedratico all'Università di Modena (1927-1931), infine a Milano (fino al suo collocamento fuori ruolo nel 1955).
Operò negli Istituti di Mineralogia e Geologia che avevano sede presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano, il quale lo vide anche quale Presidente della SISN (1959-1961), impegnato coordinatore delle attività dei numerosi appassionati collezionisti di minerali e cultori di gemmologia, cui destinò i suoi «Itinerari mineralogici», in aggiunta a una sessantina di memorie scientifiche, compreso il trattato «Minerali industriali e minerali delle rocce» (1963, postumo).

Giuseppe Nangeroni (Milano 1892 - 1987)

Laureato in Scienze Naturali all'Università di Pavia (1919), appena congedato (m. argento 1918 al V. M.), Assistente presso il medesimo ateneo (1921), poi Docente di Ruolo per Scienze Naturali, Chimica e Geografia all'Istituto Tecnico «F. Daverio» di Varese (1922-1935), Libero docente di Geografia Fisica all'Università Cattolica di Milano (1930), Professore di ruolo (dal 1936) e per anni Preside della Facoltà di Magistero, Direttore dell'Istituto di Geografia fino al 1968.
Socio della SISN (dal 1924) ne è stato Presidente (1962-1983), come del Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano (dal 1950) e infine suo membro onorario (1983), oltre che membro corrispondente di Accademie e Società di Scienze e Lettere, nazionali e internazionali. Dal 1984 è stato anche Presidente Onorario della SISN.
Nella sua vasta produzione spiccano: «La morfologia dei monti di Val Malenco in rapporto alla struttura geolitologica» (SGI, Roma, 1931); la «Carta geognostico-geologica della Provincia di Varese, con studio sulla geologia e le forme del territorio della regione varesina» (Varese, 1932); «Le Alpi Trentine - Lo spopolamento montano in Italia» (CNR-INA, Roma, 1935); «La casa rurale nella montagna lombarda - Settore sudorientale» (Olschki, Firenze, 1958); «L'erosione glaciale» (Como, 1965); «La Geomorfologia delle montagne lariane» (*Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 1975).

(B.P.)

SOCI STORICI DELLA SOCIETÀ

Sono qui riportate le biografie di alcuni Soci (commemorati sulle riviste della Società), autori di lavori pubblicati sulle riviste stesse o membri del Consiglio Direttivo.

Questa sezione comprende inoltre gli elenchi di alcune categorie di Soci SISN che hanno dato particolare lustro alla Società per la loro funzione pubblica, per l'appartenenza a casati illustri o al clero, e che pure si sono dedicati con specifico interesse alle Scienze Naturali.

In particolare, la nostra Società ha annoverato nelle proprie file ben cinque Sindaci della città di Milano, certificanti per ciò stesso gli stretti rapporti intercorsi tra scienza e amministrazione pubblica. Nobili e clero hanno sempre occupato per tradizione un posto di primaria importanza nel panorama culturale europeo, in particolare nel mondo scientifico, stante la loro posizione sociale.

La Società ha tratto grande beneficio dalla loro presenza, come di persone la cui dedizione ha contribuito al prestigio e perciò alla sua crescita.

(A.B., B.B.P., D.R.)

Biografie di Soci

Albini Giuseppe (Abbiate Guazzone, 1827 - Torino, 1911)
Studiò Medicina e Fisiologia a Pavia e a Vienna, dove si laureò nel 1852. Viaggiò in Europa per acquisire esperienze e nel 1857 fu nominato professore di Fisiologia a Cracovia, ma nel 1859 rientrò in Italia avendo ottenuto la cattedra di Fisiologia nell'Università di Parma. Nel 1861 fu chiamato all'Università di Napoli, dove rimase 44 anni dando nuovo impulso agli studi di Fisiologia e Oculistica.
Fu Socio della SISN dal 1901 al 1910.

Atti (1912) - 51, 3/4, 411.

Alzona Carlo (Torino, 1881 - Genova, 1961)
Laureato a Bologna in Medicina e Chirurgia, si specializzò in Psichiatria. Nel 1908 fu nominato primario dell'Ospedale Psichiatrico di Mombello (MI), dove rimase fino al 1933, tranne durante il periodo bellico che lo vide ufficiale medico. Si trasferì quindi a Genova dove si dedicò completamente alle raccolte e studi naturalistici che lo avevano sempre appassionato. Fu entomologo e speleologo, ma soprattutto malacologo. Fondò nel 1903, con altri, la *Rivista Italiana di Speleologia*. Nel 1947 ebbe l'incarico di dirigere il Museo Civico di Storia Naturale di Genova, che portava ancora i segni dei bombardamenti; con coraggio e impegno riuscì a riaprirlo al pubblico nel 1948 e continuò a dirigerlo fino al 1955.
Il suo lavoro più importante è la «Malacofauna italica» pubblicato postumo nel 1971 su *Atti*.
Fu Socio SISN per 37 anni tra il 1905 e il 1949.

Natura (1961) - 52, 2, 76.

Andres Angelo (Tirano, 1851 - Milano, 1934)
Laureato in Scienze Naturali a Pavia nel 1873, frequentò i laboratori di Lipsia, Londra e Parigi per specializzarsi in Zoologia. Tornato in Italia lavorò alla Stazione Zoologica di Napoli. Nel 1884 venne a Milano come professore presso la R. Scuola superiore d'Agricoltura e nel 1890 fu nominato Direttore della Sezione di Zoologia del Museo Civico. Nel 1899 passò all'Università di Parma come professore ordinario di Zoologia, dove rimase fino al 1926.
Fu Socio della SISN dal 1893 al 1932.

Atti (1934) - 73, 4, 393.

Aragone Angelo (1925 - Serravalle Scrivia, 1985)
Laureato in Veterinaria presso l'Università di Milano nel 1950, collaborò col Museo Civico di Storia Naturale di Milano, specie nei settori ornitologico e teriologico. Fu esperto tassidermista. Viaggiò in vari paesi raccogliendo validissime osservazioni e materiali.
Fu Socio della SISN dal 1948 fino alla morte.

RIO (1986) - 56, 1-2, 106.

Arrigoni degli Oddi Carlo Ettore (Ca' Oddo di Monselice, 1867 - Bologna, 1942)
Di antica e nobile famiglia veneziana, dedicò il suo ingegno e la sua cospicua fortuna allo studio delle Scienze Naturali e in particolar modo all'Ornitologia. Dal padre Oddo ereditò la passione per la caccia e per le collezioni ornitologiche. Autore di oltre 200 pubblicazioni, delle quali le più importanti sono: *Atlante Ornitologico* del 1902, *Manuale d'Ornitologia Italiana* del 1904 e *Ornitologia Italiana* del 1929. Fondò, con altri, la *Rivista Italiana di Ornitologia* nel 1911.
Fu Socio della SISN dal 1886 al 1904.

RIO (1942) - II-12, 2/3, 66.
Natura (1942) - 33, 2, 61.

Balsamo Crivelli Giuseppe (Milano, 1800 - Pavia, 1874)
Laureato in Medicina a Pavia nel 1824, insegnò in vari Istituti milanesi. Del 1831 è il primo tentativo di una descrizione geologica dell'Italia con una sintesi cronologica, poi allegata alla prima edizione italiana del manuale di geologia e mineralogia di François Sulpice Beudant (1846). Per l'Istituto Robiati di Milano, dove insegnò Geologia, allestì un atlante geologico d'Italia con tavole dedicate alle singole ere (1847). Dal 1852 fu professore di Zoologia e Anatomia comparata a Pavia. Fu depositario giudiziario delle collezioni De Cristoforis - Jan e ne curò il trasporto nella sede di Santa Marta. Eletto nel primo Collegio dei Conservatori del Museo Civico di Storia Naturale nel 1841, conservò tale carica fino alla morte.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte.

Atti (1967) - 106, 1, 36.
Natura (1996) - 87, 2, 50.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 837.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 176.

Barzanò Gaetano (1819? - 1859)
Geologo e mineralogista, si dedicò in particolare allo studio della zona di Baveno.
Insegnò Storia Naturale nel ginnasio di Brera. Fu Socio dell'Accademia Fisio-Medico-Statistica.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte. Nel 1859 ne fu vice-conservatore.

Atti (1859-60)-2, 1, 22.

Bassani Francesco (Thiene, 1853 - Capri, 1916)
Laureato in Scienze Naturali a Padova nel 1875. Iniziò la sua carriera studiando i pesci fossili. Si specializzò con Gaudry a Parigi, Zittel a Monaco di Baviera, Neumayr e Suess a Vienna. Dal 1883 al 1886 insegnò Storia Naturale al Liceo Beccaria di Milano; fu in quel periodo che studiò i fossili degli scisti bituminosi di Besano descrivendo due nuove forme di rettili. Questo lavoro fu pubblicato su *Atti*. Nel 1887 fu nominato professore di Geologia nella R. Università di Napoli, dove ampliò i suoi interessi dedicandosi allo studio delle formazioni triassiche del Salernitano e della Basilicata, dei fenomeni vulcanici in Campania e dei terremoti in Calabria. Gli è stato dedicato il minerale bassanite, scoperto da Ferruccio Zambonini nei proietti dell'eruzione del Vesuvio del 1906.
Fu Socio della SISN dal 1885 al 1915.

Natura (1916) - 7, M/A, 83.

Battaini Carlo (Milano, 1893 - Malnate, 1976)
Laureato in Ingegneria Civile e in Ingegneria Elettrotecnica al Politecnico di Milano, fu professionalmente impegnato nell'impresa di costruzioni edili della famiglia. Durante gli studi al Politecnico seguì i corsi di Mineralogia tenuti da Ettore Artini e l'interesse che il grande Maestro seppe infondergli per questa scienza lo spinse a diventare collezionista di minerali. Assieme a Mauro, Codara, Magistretti, Noè, Rusca, Scaini e Serralunga fu uno dei pionieri del collezionismo mineralogico milanese. Donò numerosi pregevoli campioni al Museo Civico di Storia Naturale e all'Istituto di Mineralogia dell'Università di Milano.
Nel 1964 cedette al Museo circa 900 esemplari della sua collezione.
Fu Socio della SISN dal 1930 al 1975.

Natura (1977) - 68, 1/2, 132.

Belli Giuseppe (Calasca, 1791 - Pavia, 1860)
Insegnò Fisica nelle Università di Padova e di Pavia. Fece studi sull'attrazione molecolare, di Meccanica gravitazionale, di Elettrologia, di Meteorologia, di Geologia e altro. Inventò una macchina elettrostatica, nota come duplicatore di Belli.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte.

Atti (1859/60) - 2, 2, 207.

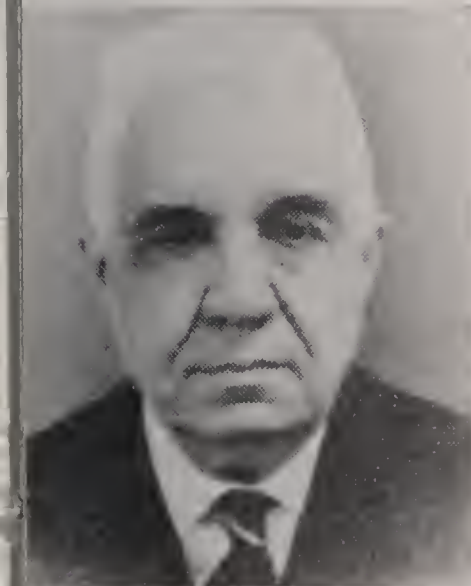
Bezzi Mario (Milano, 1868 - Torino, 1927)
Si laureò in Scienze Naturali nel 1892 a Pavia, dove ebbe come insegnante Pietro Pavesi. Insegnò in vari Licei (Monteleone in Calabria, Macerata, Sondrio e per 22 anni al R. Liceo Alfieri di Torino). Nel 1926 fu nominato per meriti scientifici Professore di Zoologia all'Università di Torino. Morì mentre stava preparando il discorso inaugurale del suo primo corso di lezioni universitarie.
È stato definito «il più grande dei ditterologi di tutti i tempi». Descrisse 1831 entità nuove in 225 pubblicazioni ditterologiche. Mise assieme un'imponente collezione, sia direttamente sul campo, sia tramite scambi e donazioni. La sua biblioteca di ditterologia è considerata fra le più complete.
La sua collezione e la biblioteca furono acquisite nel 1928 dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1903 al 1926.

Atti (1927) - 66, 3/4, 287.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 850.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 188.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 19.

Boldori Leonida (Cremona, 1897 - Milano, 1980)
Ragioniere, fu con Corrado Allegretti uno dei pionieri della biospeleologia lombarda. Si dedicò allo studio delle larve dei Coleotteri Carabidi. Fu tra i fondatori della Società Speleologica Italiana. La sua collezione di larve e di Coleotteri albanesi (raccolti durante la guerra) si trova presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano; altro materiale si trova presso l'Istituto Entomologico dell'Università di Pavia.
Fu Socio della SISN dal 1920 al 1980.

Natura (1980) - 71, 3/4, 317.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 192.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 20.

Braccio Alessandro (Cassolnovo, 1888 - Milano, 1974)
Laureato in Chimica pura presso l'Università di Bologna nel 1909, fu assistente del famoso chimico Giacomo Ciamician e ottenne il diploma in Farmacia nel 1911, sempre a Bologna. Nel 1935 si diplomò in Farmacia industriale presso l'Ateneo di Milano. Nella sua farmacia di Piazza Cincinnato a Milano, che gestì per oltre 50 anni, preparò un notevole numero di laureandi e laureati all'analisi chimica. Appassionato di mineralogia mise assieme una notevole collezione di oltre 600 specie e pubblicò «I minerali della Val di Fassa: dove si trovano e come si presentano» (*Natura*, 1951; *Quaderno* N. 3 del Gruppo Mineralogico Lombardo, 1968) e «Riconoscimento e analisi chimica sistematica dei minerali» (*Quaderno* N. 5 del Gruppo Mineralogico Lombardo, 1969).
Fu Socio della SISN dal 1949 al 1972.

Natura (1974) - 65, 3/4, 251.

Caffi Enrico (San Pellegrino Terme, 1866 - Bergamo, 1948)
Consacrato sacerdote alla Scuola Missionaria di Milano, spese due anni nelle Indie, ma dovette rientrare a causa della salute malferma. Si laureò in Scienze Naturali presso l'Università di Pavia nel 1895, quindi si trasferì a Bergamo dove insegnò al Collegio S. Alessandro, al Seminario Vescovile e all'Istituto Tecnico. Allievo di Torquato Taramelli, si dedicò in particolar modo alla Geologia, Paleontologia e Mineralogia, senza però trascurare le altre branche delle Scienze Naturali. Studiò i ragni di Calabria, gli uccelli e altri aspetti naturalistici della Bergamasca. Fu fondatore del Museo di Storia Naturale di Bergamo (che ora porta il suo nome) e lo diresse dalla sua fondazione, nel 1920, fino alla morte.
Fu Socio della SISN dal 1896 al 1947.

RIO (1949) - 19, 2, 93.

VOLPI L., 1942. *I naturalisti bergamaschi*, Bergamo, 107
CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 200.

Cambi Davide (Salò, 1948 - Riserva di Virana, 1988)
Ornitologo. Laureato in Scienze Biologiche nel 1973, insegnò Scienze e Matematica alle Scuole medie di Roè Volciano e Villanova sul Clisi. Fece numerosi viaggi a scopo ornitologico in varie parti del mondo. Pubblicò numerosi lavori soprattutto sugli uccelli della Lombardia. Morì in un incidente di caccia durante una spedizione a Cuba.
Fu Socio della SISN dal 1981 al 1988.

RIO (1989) - 59, 1/2, 96.

Capellini Giovanni (La Spezia, 1833 - 1922)
Studiò a Pisa con Giuseppe Meneghini, quindi frequentò la Scuola di Paleontologia di Parigi. Insegnò Storia Naturale a Genova e nel 1861 passò all'Università di Bologna. Nel 1881 organizzò il secondo Congresso internazionale di Geologia a Bologna e nello stesso anno, con Giuseppe Meneghini, Quintino Sella, Carlo De Stefani e Torquato Taramelli, fondò la Società Geologica Italiana. Si dedicò principalmente alla Paleontologia. Pubblicò quasi 200 lavori, tra i quali quello sulle faune dell'Infralias, su varie Balenottere toscane, su uno Squalodonte e un Felsinoterio del Bolognese; per la Geologia quello sul Golfo di La Spezia, sulla Val d'Elsa, sulla Catena Metallifera,
Fu Socio della SISN dal 1861 al 1878.

Atti (1922) - 61, 3/4, 298.
Natura (1922) - 13, M/M, 63.

Carbone Domenico (1880 - 1940)
Laureato a Pisa in Medicina nel 1904 e a Pavia in Chimica pura nel 1906, ottenne nel 1912 la libera docenza in Batteriologia agraria presso la Facoltà di Scienze di Pavia e, nel 1918 quella in Igiene a Bologna. Chiamato nel 1919 a organizzare la Sezione per le ricerche di Batteriologia industriale e agraria dell'Istituto Sieroterapico di Milano, la diresse fino alla morte.
Fu Socio della SISN dal 1923 al 1940.

Atti (1941) - 80, 1, 13.

Casati Alfonso (Milano, 1918 - Corinaldo di Iesi, 1944)
Appassionato ornitologo, studente della R. Università di Milano, prima nella facoltà di Scienze, poi in quella di Lettere e Filosofia, interruppe gli studi allo scoppiare della guerra per arruolarsi nei granatieri. Dopo l'armistizio entrò a far parte del Corpo italiano di liberazione. Morì in combattimento.
Fu Socio della SISN dal 1938 al 1940.

RIO (1946) - 16, 1, 26.

Caterini Francesco (Pisa, 1895 - Pisa, 1980)
Laureato in Scienze Naturali a Pisa, fu prima assistente in Geologia e poi ebbe l'incarico di Paleontologia. Dal 1932 insegnò Scienze Naturali all'Istituto Magistrale di Pisa. Appassionato ornitologo, pubblicò con Luigi Ugolini *Il libro degli Uccelli italiani.* Si specializzò nell'osservazione degli uccelli della Toscana e, in particolare, del Pisano. Fondò nel 1933 l'Osservatorio Ornitologico di Pisa che diresse fino alla morte
Fu Socio della SISN dal 1928 al 1934.

RIO (1980) - 50, 4, 221.

Cavazza Filippo (Bologna, 1886 - Firenze 1953)
Conte. Appassionato di Zoologia, fu nominato nel 1911 Assistente volontario nell'Istituto di Zoologia dell'Università di Bologna. Le sue ricerche e pubblicazioni furono considerate dal Consiglio Superiore dell'Istruzione equipollenti alla laurea e gli permisero di conseguire nel 1915 la libera Docenza in Zoologia e nel 1930 in Zootecnia. Si occupò soprattutto della variabilità di mammiferi e uccelli.
Fu Socio della SISN dal 1913 al 1940.

RIO (1953) - 23, 4, 171.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 875.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 212.

Ceresa Leopoldo (Ispra, 1901 - S. Lorenzo al Mare, 1957)
Impiegato. Appassionato e abilissimo raccoglitore di insetti, si specializzò in Sfecidi, Crisidi e Mutillidi. Mise assieme una collezione di circa 40.000 esemplari (comprendente anche la collezione del Marchese Invrea di Mutillidi) acquisita dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1918 al 1957. Dal 1937 al 1942 ne fu Cassiere.

Natura (1958) - 49, 2, 85.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 876.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 212.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 30.

Chiesa Cesare (Milano, 1905 - Tripoli, 1955)
Laureato nel 1933 in Scienze Naturali presso l'Università di Milano, lavorò per due anni come tecnico presso l'Istituto di Geologia di quell'Ateneo. Nel 1935 partecipò alla Missione della R. Società Geografica nel Fezzan e, nel 1936, alla Missione Geo-mineraria del Governo della Libia, entrambe organizzate e dirette dal Prof. Ardito Desio. Nel 1936 divenne Conservatore per la Paleontologia e Geologia del Museo Libico di Storia Naturale, appena fondato, del quale fu nominato Direttore nel 1942. A Tripoli fondò il Gruppo Grotte Sahariano, che esplicò una notevole attività soprattutto nel Tibesti. Prima di trasferirsi in Libia compì numerose esplorazioni nelle grotte lombarde facendo importanti rilevazioni topografiche e raccogliendo interessanti reperti, soprattutto paleontologici, ma anche zoologici. Fu anche glaciologo e partecipò alle campagne di rilevamento dell'Ortles-Cevedale organizzate dal Comitato Glaciologico Italiano. Anche in Libia continuò il lavoro di rilevamento geo-paleontologico, contribuendo anche alla realizzazione della carta geologica di quel paese.
Fu Socio della SISN dal 1923 al 1955.

Natura (1956) - 47, 1, 44.

Chigi Albani Della Rovere Francesco (Roma, 1881 - 1953)
Principe. Ebbe un'accurata preparazione scolastica privata. Fece parte del Comitato esecutivo dell'Azienda Giardino che creò il Giardino Zoologico di Villa Borghese a Roma, passato poi in gestione al Comune di Roma nel 1917. Fu Presidente dell'Ente Produttori Selvaggina e, in tale veste, sostenne la protezione del patrimonio faunistico e la tutela del diritto di proprietà in materia di caccia. Si interessò pure di pesca, ricoprendo per molti anni la carica di Presidente del Consorzio Umbro-Laziale.
Fu proprietario della Tenuta di Castel Fusano, nella quale fu installato l'Osservatorio Ornitologico e che fu poi ceduta alla Pubblica amministrazione affinché ne fosse creato un parco pubblico. Fece parte del Comitato di Redazione della *Rivista Italiana di Ornitologia* e pubblicò numerosi lavori di sistematica ornitologica, faunistica locale, tassonomia dei passeri e sulla migrazione di alcune specie di uccelli.
Fu Socio della SISN dal 1910 al 1951.

RIO (1954) - 24, 1, 67.

Cornaggia Castiglioni Ottavio (Milano, 1907 - 1979)
Conte. Fu attratto fin da giovanissimo dalle Scienze Naturali. Si dedicò alla paletnologia, compiendo importanti ricerche sul Neolitico medio della Lagozza, sulla Cultura di Civate e Remedello, sul Bronzo di Polada, nella Grotta della Mura (Puglia) e alle Isole Tremiti. Libero docente presso l'Università di Milano dal 1959, nel 1967 costituì la Sezione di Paletnologia presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1955 al 1979.

Atti (1980) - 121, 4, 389.

Cocchi Iginio (? - 1913)
Discepolo di Savi e Meneghini. Professore di Geologia negli Istituti superiori di Firenze, Presidente del Comitato Geologico.
Fu Socio della SISN dal 1860 al 1879.

Natura (1914) - 5, M/A, 128.

De Alessandri Giulio (Acqui, 1869 - Milano, 1921)
Geologo e Paleontologo, laureato alla R. Università di Torino. In Paleontologia si occupò in particolare della fauna ittiologica. All'inizio si specializzò nello studio dei cirripedi fossili. Su incarico dell'Istituto Geologico di Vienna portò a termine la revisione completa della fauna ittiologica del bacino Terziario di Vienna. Dal punto di vista stratigrafico pubblicò sulle *Memorie* della SISN l'interessante lavoro «La pietra da cantoni di Rosignano e Vignale». Fu Professore aggiunto alla Direzione della sezione di Geologia e Paleontologia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano dal 1896 al 1921.
Fu Socio della SISN dal 1896 al 1921, Vice-segretario dal 1899 al 1901, Segretario dal 1902 al 1909.

Atti (1921) - 60, 3/4, 450.
Natura (1921) - 12, O/D, 212.
Natura (1988) - 79, 2, 24.

De Angelis Maria «Amara» (Mondovì, 1895 - Dorno, 1982)
Laureata nel 1919 in Scienze Naturali presso la Sezione Normale del Politecnico di Milano. Per due anni fu assistente volontaria di Ettore Artini presso il Museo di Storia Naturale di Milano. Nel 1922 vinse il concorso per il posto di Professore aggiunto alla Direzione della Sezione di Mineralogia lasciato vacante da Emilio Repossi, chiamato all'Università di Cagliari. Nel 1927 subentrò ad Artini come Conservatore, carica che mantenne fino al 1962. Ha lasciato una trentina di lavori scientifici, dei quali sedici pubblicati su *Atti* e *Natura*, riguardanti la Cristallografia morfologica (soprattutto delle sostanze organiche), la Mineralogia e la Petrografia.
Fu Socia della SISN dal 1920 al 1981.

Atti (1983) - 124, 3/4, 162.

De Beaux Oscar (Firenze, 1879 - Torre Pellice, 1955)
Laureato a Firenze in Scienze Naturali, si dedicò alla Zoologia con la guida di Enrico Hillyer Giglioli. Dopo alcuni anni trascorsi presso il giardino zoologico di Amburgo, entrò a far parte del personale del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, di cui fu Direttore dal 21 giugno 1934 fino al 1° luglio 1947. Dopo il collocamento a riposo si trasferì a Torre Pellice. Insegnò all'Ateneo di Genova. Si dedicò soprattutto alla Mammalogia. Pubblicò numerosi lavori sui mammiferi italiani e su quelli esotici provenienti da varie spedizioni (Karakorum, Isole Egee, Somalia e altri paesi africani).
Fu Socio della SISN dal 1919 al 1955.

Natura (1956) - 47, 2/3, 126.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 893.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 222.

De Filippi Filippo (Milano, 1814 - Hong Kong, 1867)
Laureato in Medicina all'Università di Pavia, fu per qualche tempo assistente alla cattedra di Scienze Naturali tenuta dal Prof. Zendrini. Il 14/9/1841 entrò al Museo Civico di Storia Naturale di Milano come aggiunto provvisorio alla Direzione, divenendo aggiunto stabile (Vice-direttore) il 31/8/1842, carica che mantenne fino al 2/10/1847, quando fu nominato Direttore del Museo Zoologico di Torino. A Milano contribuì alla sistemazione delle raccolte del Museo, pubblicando anche il Catalogo della collezione di uccelli. Al Museo tenne lezioni molto apprezzate di Mineralogia, Geologia e Zoologia. Morì a Hong Kong, mentre partecipava alla circumnavigazione della fregata *Magenta*.
Fu Socio della SISN dal 1860 al 1867.

Natura (1988) - 79, 2, 6.
Atti (1967) - 106, 1, 33.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 895.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 224.

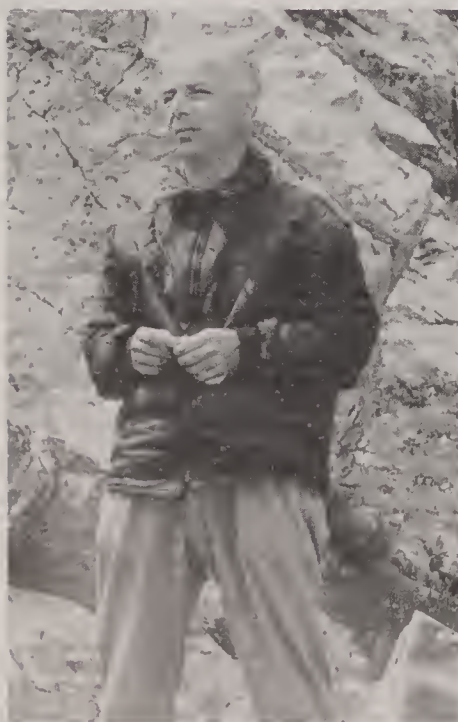
De Lucca Carmel (Malta, 1916 - 1971)
Laureato in Medicina alla Reale Università di Malta nel 1943. Esercitò in vari ospedali fino al 1946, quando divenne Medico condotto di Gharghur. Appassionato ornitologo ed entomologo, fu nominato assistente e poi curatore della sezione di Storia Naturale del Museo di Scienze Naturali di Malta. Pubblicò alcuni lavori sulla *Rivista Italiana di Ornitologia.*
Fu Socio della SISN nel 1969 e 1970.

RIO (1971) - II-41, 3, 219.

Despott Giuseppe (Malta, 1878 - 1936)
Curatore della Sezione di Storia Naturale del Museo Nazionale de La Valletta e Sovrintendente alla Pesca. Appassionato ornitologo pubblicò una ventina di lavori sulla *Rivista Italiana di Ornitologia.* Fece anche numerose ricerche sulla preistoria maltese.
Fu Socio della SISN dal 1925 al 1934.

RIO (1937) - II-7, 1, 59.

Duse Antonio (Salò, 1880 - 1955)
Medico, fu per molti anni Direttore del Civico Ospedale di Salò. Fu medico personale di Gabriele d'Annunzio. Ornitologo e uccellatore appassionato, curò l'Osservatorio Ornitologico di Salò e pubblicò una trentina di lavori (alcuni dei quali sulla *Rivista Italiana di Ornitologia*) riguardanti soprattutto studi sulla migrazione e sulla fauna locale.
Fu Socio della SISN dal 1928 al 1934.

RIO (1955) - II-25, 4, 211.

Fagnani Gustavo (Milano, 1917 - 1993)
Laureato in Scienze Naturali a Milano nel 1942, venne assunto presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dove curò lo sfollamento della biblioteca e del materiale scientifico minacciati dai bombardamenti. Dopo l'8 settembre 1943 riparò in Svizzera dove si specializzò in discipline geomineralogiche, Rientrato in Italia nel 1945, riprese servizio presso l'Istituto e dal 1948 divenne Assistente alla Cattedra di Mineralogia. Nel 1951 conseguì la Libera Docenza in Mineralogia. Fece ricerche spettrografiche sulla gadolinite di Baveno, accertando la presenza di terre rare nel minerale. Con il Prof. Sergio Venzo effettuò il rilevamento geologico-petrografico del Foglio «Sondrio» della Carta Geologica d'Italia 1:100.000. Dal 1948 al 1985 fu Segretario della Società Mineralogica Italiana (divenuta Società Italiana di Mineralogia e Petrografia dal 1968). Fu inoltre rappresentante italiano della Commissione per i Musei Mineralogici in seno all'International Mineralogical Association. Pubblicò vari lavori su *Atti* e *Natura.*
Fu Socio della SISN dal 1939 al 1987, Vice-segretario dal 1951 al 1958.

Atti (1993) - 134, 1, 281.

Ferri Giovanni (? - 1955)
Medico. Si dedicò in particolar modo allo studio dei funghi velenosi e alla prevenzione dei casi di avvelenamento. Fu avviato alla conoscenza della Micologia da Giacomo Bresadola. Nel 1915 pubblicò il trattato «Funghi mangerecci e velenosi». Nel 1917 fondò il Laboratorio Micologico del Comune di Milano, che ha avuto il merito di eliminare i casi di avvelenamento in città. Al fine di diffondere il più possibile la conoscenza dei funghi fondò la Società Micologica Giacomo Bresadola.
Fu Socio della SISN dal 1905 al 1945, Consigliere dal 1939 al 1945.

Natura (1956) - 47, 1, 49.

Festa Enrico (Moncalieri, 1868 - 1939)
Laureato nel 1891 in Scienze Naturali a Torino e da allora addetto e poi assistente al Museo Zoologico di quella Università fino al 1923; dal 1924 Vice-direttore onorario. Viaggiò, a scopo naturalistico, in Italia, Medio Oriente, America centrale, Mediterraneo, riportando interessanti collezioni zoologiche che andarono ad arricchire il Museo in cui lavorava. Membro di numerose Associazioni scientifiche, fece parte della Redazione della *Rivista Italiana di Ornitologia*.
Fu Socio della SISN dal 1921 al 1937.

RIO (1940) - II-10, 1, 63.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 909.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 236.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 47.

Fumagalli Savina (Ronco Scrivia, 1904 - Torino, 1961)
Laureata in Scienze Naturali a Torino nel 1927, Libera Docente in Antropologia dal 1933, insegnò nel Liceo Scientifico Statale, nella Facoltà di Scienze dell'Università e all'Istituto Superiore di Educazione Fisica di Torino. Pubblicò circa cinquanta lavori di Antropologia fisica, Folclore, Etnologia e Paletnologia.
Fu Socia della SISN dal 1931 al 1934.

Natura (1962) - 53, 1, 41.

Gallelli Giovanni (Milano, 1896 - 1973)
Pittore e appassionato naturalista, si dedicò soprattutto a rappresentare gli animali e, in modo particolare, gli uccelli. Illustrò diversi articoli per la *Rivista Italiana di Ornitologia*, ma la sua opera più importante, in campo ornitologico, fu l'illustrazione dell'opera di Edgardo Moltoni e Giuseppe Gnecchi Ruscone *Gli Uccelli dell'Africa Orientale Italiana* (4 volumi con 38 tavole a colori ciascuno).
Fu Socio SISN dal 1931 al 1973.

RIO (1973) - II-43, 3, 516.

Garovaglio Santo (Como, 1805 - Milano, 1882)
Studiò a Vienna, dove ottenne i diplomi di dottore in Chimica e in Medicina. A Vienna si dedicò anche allo studio della Botanica, interessandosi particolarmente alle Crittogame. Nel 1833 rientrò in Lombardia con la carica di assistente di Botanica nell'Università di Pavia, che tenne per quattro anni. Nel 1839 ebbe l'incarico dell'insegnamento di Fisica, Chimica e Botanica; nel 1859 fu nominato Professore di Botanica e Direttore dell'Orto Botanico, sempre presso l'Università pavese. Nel 1871 istituì, presso l'Università, un Laboratorio Crittogamico (primo in Italia), mettendo a disposizione tutta la sua biblioteca e la strumentazione. Pubblicò oltre settanta lavori di Botanica e Agronomia, di cui una ventina su Muschi e Licheni, comprese le quattro monografie sui Licheni pubblicate sulle *Memorie* della SISN.
Fu Socio SISN dal 1863 al 1881.

Atti (1882) - 25, 2, 119.

Ghigi Alessandro (Bologna, 1875 - 1970)
Laureato in Scienze Naturali nel 1896 a Bologna, insegnò Zoologia in quella Università fino al 1950 e ne fu Rettore dal 1930 al 1943. Fu Deputato e poi Senatore. Attivo in molteplici campi della Zoologia, fu particolarmente sensibile ai problemi della conservazione. Pubblicò più di 350 lavori. Nel 1911 fu fondatore, con Ettore Arrigoni Degli Oddi, Filippo Cavazza, Francesco Chigi, Giacinto Martorelli e Tommaso Salvadori, della *Rivista Italiana di Ornitologia*.
Fu Socio SISN dal 1910 al 1970.

RIO (1971) - II-41, 1, 57.

CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 246.
POGGI R. & CONCI C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 53.

Gnecchi Ruscone Giuseppe (Milano, 1885 - Cologne Bresciano, 1966)
Possidente, appassionato ornitologo e mecenate. Durante i suoi viaggi in Europa, Asia e Africa mise assieme una raccolta ornitologica di circa 400 esemplari, da lui lasciata, assieme alla sua ricca biblioteca, al Museo Civico di Storia Naturale di Brescia. Si deve alla sua generosità la pubblicazione, in collaborazione con Edgardo Moltoni, dell'opera *Gli Uccelli dell'Africa Orientale Italiana*.
Fu Socio SISN dal 1948 al 1964.

RIO (1967) - II-37, 1, 86.
Natura (1967) - 58, 3, 231.

Grandi Guido (Bologna, 1886 - 1970)
Entomologo di fama mondiale. Professore di Entomologia all'Università di Bologna (1925-1970). Fondatore nel 1950 dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia. Fondò e diresse, nel 1928, il *Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna* e, nel 1956, la serie «Fauna d'Italia». Pubblicò 255 lavori, tra cui «Introduzione allo studio dell'Entomologia» del 1951 (2 volumi, 2082 pagine) e «Istituzioni di Entomologia generale» del 1966 (670 pagine).
Fu Socio SISN dal 1924 al 1970.

Natura (1971) - 62, 3, 396.

CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 252.
POGGI R. & CONCI C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 56.

Hoepli Ulrico (Svizzera, 1847 - Milano, 1935)
Trasferitosi a Milano nel 1870, acquistò la libreria Laengner in Galleria De Cristoforis e vi fondò la casa editrice che porta il suo nome, specializzata in produzioni tecniche e scientifiche, anche a carattere divulgativo come la collana dei Manuali Hoepli. Dal 1872 fu distributore per l'estero delle pubblicazioni della Società Italiana di Scienze Naturali. Nel 1929 donò alla città di Milano il Civico Planetario, inaugurato nel maggio 1930.
Fu Socio SISN dal 1905 al 1934.

RIO (1935) - II-5, 2, 124.
Natura (1990) - 81, 1, 7.

Imparati Edoardo (Piacenza, 1872 - 1945)
Laureato nel 1896 in Scienze Naturali nella R. Università di Pavia, sotto la guida del Prof. Pietro Pavesi, insegnò fino al 1901 all'Istituto Tecnico «G.D. Romagnosi» di Piacenza. Dal 1901 al 1922 insegnò presso la Scuola Normale di Ravenna. Nel 1906 conseguì anche la laurea in Medicina e fino al 1944 esercitò come specialista in dermosifilopatica. Ha pubblicato vari lavori di Medicina e Zoologia, in particolare Ornitologia.
Fu Socio SISN dal 1938 al 1944.

RIO (1946) - II-16, 1, 28.

CONCI C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 934.

Issel Arturo (Genova, 1842 - 1922)
Naturalista eclettico, si occupò di Zoologia, Mineralogia, Geologia, Paleontologia, Paletnologia, Antropologia, Speleologia, Vulcanologia, Sismologia. Studiò i Molluschi raccolti dalla missione in Persia del 1862 diretta da De Filippi. Prese parte nel 1870 alla spedizione nel Mar Rosso e tra i Bogos della Società Geografica Italiana, guidata da Antinori e Beccari. Pubblicò numerosi lavori di Geologia stratigrafica, Paleontologia e Paletnologia riguardanti la Liguria e le Alpi Marittime.
Fu Socio SISN dal 1861 al 1874.

Atti (1922) - 61, 3/4, 298.
Natura (1922) - 13, G/N, 96.

POGGI R. & CONCI C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 43.

Loro Giovanni (Milano, 1915 - 1958)
Commerciante, appassionato entomologo, nel 1938 si trasferì con l'azienda del padre in Etiopia, dove ebbe l'opportunità di raccogliere una notevole quantità di Coleotteri del Gimma, donati al Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Durante la guerra fu fatto prigioniero dagli inglesi e deportato in Kenya, dove si ammalò. Nel 1944 fu rimpatriato per il perdurare della malattia. Subì vari interventi che lo guarirono fisicamente, lasciandogli però gravi problemi depressivi.
Fu Socio SISN dal 1949 al 1953.

Natura (1959) - 50, 1, 31.

CONCI C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 944.
CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 272.
POGGI R. & CONCI C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 66.

Magretti Paolo (Milano, 1854 - Cassina Amata di Paderno Dugnano, 1913)
Di famiglia benestante, si dedicò fin da giovane agli studi naturalistici. All'Università di Pavia ebbe la guida di Leopoldo Maggi e Pietro Pavesi che lo indirizzarono verso lo studio degli Imenotteri. Fece viaggi di raccolta in Italia, Tunisia, Sudan ed Eritrea, dai quali riportò abbondante materiale zoologico.
Fu Socio della SISN dal 1878 al 1913. Ne fu Commissario amministrativo dal 1886 al 1894, Vice-conservatore dal 1895 al 1903 e Consigliere dal 1904 al 1913.

Atti (1914) - 53, 1, 1.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 948.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 276.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 67.

Manfredi Paola (Milano, 1889 - Monza, 1989)
Laureata in Scienze Naturali a Pavia nel 1913, insegnò nelle Scuole Medie, poi nel 1919 fu nominata Assistente all'Acquario Civico e Stazione di Biologia e Idrobiologia applicata di Milano, che diresse dal 1931 alla distruzione bellica del 1943. Fu pure Conservatore e dal 1955 Vice-direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, fino al pensionamento nel 1959. Si specializzò in Idrobiologia e in Miriapodologia.
Fu Socia della SISN dal 1919 fino alla morte.

Natura (1979) - 70, 1/2, 2.
Natura (1988) - 79, 2, 42.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 278.

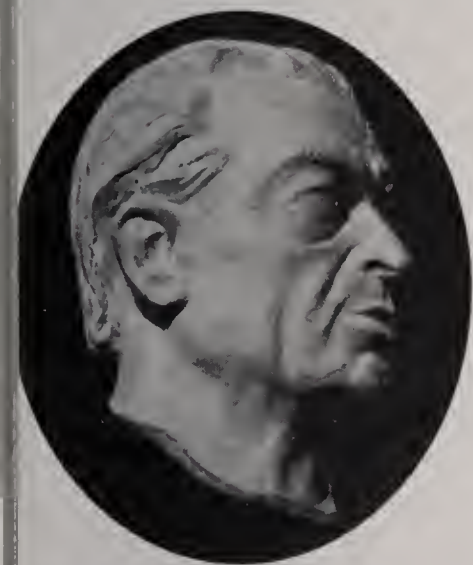
Mariani Ernesto (Milano, 1863 - 1939)
Laureato in Scienze Naturali a Pavia il 14 luglio 1886, divenne subito aiuto presso il Gabinetto di Mineralogia di quella Università e il 13 novembre 1888 conseguì la Libera Docenza in Geologia e Paleontologia. Insegnò per cinque anni negli Istituti Tecnici di Girgenti, Foggia e Udine. Nel 1893 vinse il concorso per Direttore della Sezione di Geologia e Paleontologia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, incarico che mantenne fino al 15 agosto 1928; nel 1927 e 1928 fu sovrintendente del Museo. Insegnò Geologia nel Politecnico e nell'Università di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1886 al 1939. Ne fu Consigliere nel 1911 e Vice-presidente dal 1912 al 1936.

Atti (1940) - 79, 1, 11.
Natura (1988) - 79, 2, 43.

Marinoni Camillo (1845 - 1883)
Laureato in Scienze Naturali, si dedicò particolarmente alla Paletnologia. Nel 1873 fu nominato professore nell'Istituto Tecnico di Caserta e nel 1875 passò a Udine come Professore nel R. Istituto Tecnico. Fu Assistente alla Direzione del Museo Civico di Storia Naturale di Milano dal 1868 al 1872.
Fu Socio della SISN dal 1863 al 1882. Ne fu Vice-segretario dal 1867 al 1872.

Atti (1883) - 26, 2, 125.

Martorelli Giacinto (Torino, 1855 - Milano, 1917)
Ornitologo. Laureato nel 1879 presso la R. Università di Torino, rimase per due anni come Assistente aggiunto presso il Museo Zoologico della stessa. Insegnò poi Storia Naturale presso i Licei di Sassari, Pistoia, Torino e Roma. Nel 1884 passò al Liceo Beccaria di Milano, dove rimase fino alla morte. Fu Direttore della Collezione Turati presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano dal 1893 al 1917. Tra le sue numerose pubblicazioni, da segnalare *Gli Uccelli d'Italia* (Ed. Cogliati, 1906) e le due monografie pubblicate nelle *Memorie* della SISN: «Uccelli di rapina in Italia» (1895) e «Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio» (1898).
Fu Socio della SISN dal 1889 al 1917. Ne fu Segretario dal 1890 al 1901.

RIO (1918) - I-4, 1, VII.
Natura (1946) - 37, 3/4, 71.
Natura (1988) - 79, 2, 43.

Mauro Francesco (1887 - 1952)
Ingegnere elettrotecnico, progettista di impianti industriali, insegnò al Politecnico di Milano Tecnologia generale, Tecnologia del freddo, Mineralogia e Petrografia, Organizzazione del lavoro e Direzione aziendale. Appassionato ricercatore di minerali, scoprì in Val Malenco un nuovo minerale, la brugnatellite, dedicata nel 1909 da Ettore Artini al collega Luigi Brugnatelli.
La sua collezione di minerali (circa 2500 campioni), considerata una delle migliore esistenti a Milano in quei tempi, fu donata in due riprese (1950 e 1952) al Museo Civico di Storia Naturale di Milano e servì a riallestire i saloni per il pubblico, distrutti nel 1943.
Fu Socio della SISN dal 1909 al 1951. Ne fu Vice-segretario nel 1910 e 1911, Archivista dal 1919 al 1946 e Consigliere dal 1947 al 1951.

Atti (1952) - 91, 1/2, 131.

Mercalli Giuseppe (Milano, 1850 - Napoli, 1914)
Ordinato sacerdote nel 1872, nel 1874 otteneva il diploma di Professore di Scienze Naturali nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano. Insegnò al Seminario di Monza fino al 1887, quindi nel Liceo governativo di Reggio Calabria e, dal 1892, nel R. Liceo Vittorio Emanuele di Napoli. Nel febbraio 1911 fu nominato Direttore dell'Osservatorio Vesuviano. Allievo di Antonio Stoppani, si dedicò dapprima allo studio dei fenomeni glaciali del Quaternario in Lombardia, ma ben presto si dedicò alla vulcanologia e alla sismologia. Analizzò in modo particolare l'attività del Vesuvio, dello Stromboli e di Vulcano e compilò la prima carta sismica d'Italia. Dimostrò la corrispondenza di tutti i vulcani della Terra ed elaborò la scala dei gradi sismici che porta il suo nome, basata sugli effetti prodotti dal terremoto.
Fu Socio della SISN dal 1873 al 1914. Ne fu Segretario dal 1884 al 1889.

Natura (1914) - 5, M/A, 127.
Atti (1915) - 54, 1, 1.

Moltoni Edgardo (Oneglia, 1896 - Milano, 1980)
Laureato nel 1920 in Scienze Naturali a Torino. Per due anni insegnò Zoologia e Anatomia comparata a Sassari e a Cagliari. Nel 1922 entrò al Museo Civico di Storia Naturale di Milano come Professore aggiunto addetto alla Collezione Ornitologica Turati, nel 1933 fu nominato Vice-direttore e nel 1952 Direttore, carica che mantenne fino al 1964. Contribuì con energia alla rinascita del Museo e dell'Acquario, dopo le distruzioni del 1943. Validissimo ornitologo, pubblicò oltre 500 lavori, il più importante dei quali è l'opera in quattro volumi *Gli uccelli dell'Africa Orientale Italiana* stesa in collaborazione con Giuseppe Gnecchi Ruscone e illustrata dal pittore Giovanni Gallelli. Non va dimenticato l'impegno da lui profuso per la *Rivista Italiana di Ornitologia* che diresse dal 1933 fino alla morte.
Fu Socio della SISN dal 1923 fino alla morte. Ne fu Segretario dal 1925 al 1943, Vice-presidente dal 1944 al 1964 e Consigliere dal 1965 al 1979.

Atti (1980) - 121, 4, 397.
RIO (1980) - II-50, 4, 173.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 292.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 75.

Monti Stella Rina (Arcisate, 1871 - Pavia, 1937)
Laureata in Scienze Naturali a Pavia nel 1892, fu per due anni Assistente alla Cattedra di Mineralogia e poi divenne Assistente alla Cattedra di Anatomia comparata, sempre a Pavia. Nel 1899 ottenne la Libera Docenza in Anatomia e Fisiologia comparate e si recò alla Stazione Zoologica di Napoli per portare a termine i suoi studi sulle Planarie. Dal 1902 iniziò la sua carriera di insegnamento che la portò nelle Università di Pavia, Siena, Sassari e Milano. Pubblicò un centinaio di lavori. Le sue ricerche principali riguardano l'istologia fine del sistema nervoso e l'idrobiologia.
Fu Socia della SISN dal 1906 al 1936.

Atti (1937) - 76, 1, 55.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 966.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 292.

Ninni Emilio (Venezia, 1868 - Monastier, 1945)
Conte, figlio dell'illustre Zoologo Alessandro Pericle Ninni. Iniziò a Zurigo gli studi di Medicina, ma nel 1891 li abbandonò per rientrare a Venezia e seguire gli studi paterni. Dedicò la massima parte della sua attività agli studi ittiologici e ornitologici, pubblicando oltre 280 lavori. Le sue collezioni naturalistiche sono state donate al Museo Civico di Storia Naturale di Venezia.
Fu Socio della SISN per 37 anni tra il 1898 e il 1945.

RIO (1946) - II-16, 2, 63.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 970.

Omboni Giovanni (Abbiategrasso, 1829 - Padova, 1910)
Laureato in Matematica a Pavia nel 1852, cominciò a frequentare il Museo Civico di Storia Naturale di Milano dove si dedicò allo studio delle Scienze Naturali e in particolare della Geologia con la guida di Giuseppe Balsamo Crivelli, Emilio Cornalia e Antonio Stoppani. Frequentò le lezioni di Storia Naturale al Jardin des Plantes di Parigi. Nel 1869 venne nominato Professore di Mineralogia e Geologia nell'Università di Padova. Nel 1884, quando le due cattedre vennero separate, mantenne quella di Geologia che tenne fino al 1905. Riordinò e incrementò, a sue spese, le collezioni mineralogiche e paleontologiche di quell'Università, acquisendo, tra l'altro, la collezione di fossili del De Zigno.
Fu Socio Fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte. Ne fu Vice-segretario dal 1859 al 1869.

Atti (1910) - 49, 2/3, 82.
Natura (1996) - 87, 2, 51.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 971.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 298.

Orlando Carlo (Palermo, 1898 - 1976)
Figlio di VittorioEmanuele Orlando, capo del Governo dal 1917 al 1919. Assicuratore, ricoprì varie cariche pubbliche. Appassionato cacciatore e ornitologo, contribuì significatamente alla conoscenza dell'avifauna siciliana. Numerosi suoi lavori sono stati pubblicati sulla *Rivista Italiana di Ornitologia.*
Fu Socio della SISN dal 1958 al 1960.

RIO (1977) - II-47, 1, 86.

Panceri Paolo (Milano, 1833 - Napoli, 1877)
Dottore in Medicina, fu per un anno Assistente alla Cattedra di Zoologia di Pavia, poi si trasferì all'Università di Napoli nel 1861, dove insegnò Anatomia comparata fino alla morte. Fece importanti studi di elmintologia terrestre e marina, studiò l'effetto del veleno dei rettili sugli animali, analizzò il fenomeno della fosforescenza negli animali marini.
Fu Socio della SISN dal 1860 al 1877.

Atti (1877) - 20, 1, 28.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 975.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 302.

Parona Corrado (Corteleona, 1848 - Genova, 1922)
Professore di Zoologia e Anatomia comparata all'Università di Cagliari dal 1880 al 1883, quindi Professore di Zoologia all'Università di Genova. Zoologo di vasta cultura, è soprattutto noto per i suoi studi sugli Elminti, dei quali mise assieme una ricca collezione che donò al Museo Zoologico dell'Università di Napoli.
Fu Socio della SISN dal 1874 al 1918.

Natura (1922) - 13, G/N, 96.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 978.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 304.

Pasa Angelo (Tempio Pausania, 1911 - Verona, 1966)
Nato in Sardegna, da famiglia bellunese, si trasferì giovanissimo a Verona dove entrò, nel 1931, come assistente volontario nel Museo di Storia Naturale. Qui si appassionò alla Geologia e alla Paleontologia, acquisendo una tale preparazione scientifica, unita all'abilità nella preparazione dei reperti, da venire chiamato da Giorgio Dal Piaz, nel 1934, all'ordinamento del Museo Geologico dell'Università di Padova. Poco dopo passò a Torino come tecnico di ruolo alla Cattedra di Geologia tenuta da Giambattista Dal Piaz. Durante la guerra partecipò alla lotta partigiana e, verso la fine, riparò in Svizzera. Rientrato in Italia fu chiamato da Francesco Zorzi, allora Direttore, come assistente alla sezione geopaleontologica del Museo di Verona, del quale sarebbe diventato successivamente Vice-direttore. Nel 1954 ottenne la Libera Docenza in Paleontologia. Fu apprezzato specialista del Quaternario, compì numerose campagne di ricerca nel Veronese e in altre zone d'Italia e partecipò a due spedizioni nel Sahara algerino. Il Museo di Bolca porta il suo nome.
Fu Socio della SISN dal 1939 al 1960.

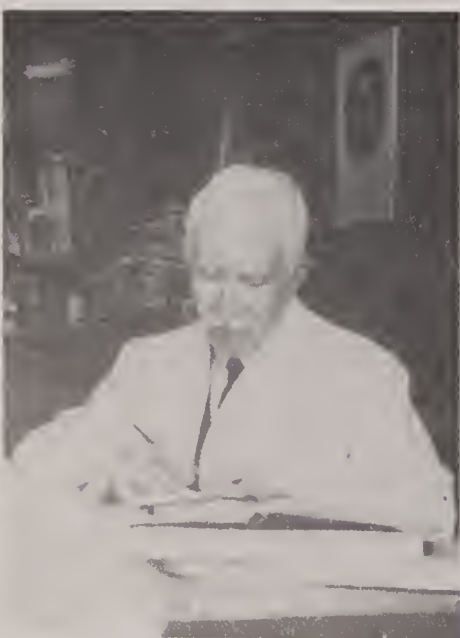
Natura (1967) - 58, 4, 305.

Pirona Giulio Andrea (1822 - Udine, 1895)
Per molti anni insegnante di Storia Naturale nel Ginnasio-Liceo di Udine, si interessò dapprima di Botanica e in seguito di Geologia e Paleontologia. Si dedicò principalmente allo studio del Friuli, ma pubblicò lavori anche sulla geologia del Recoarese e dei Colli Euganei.
Fu Socio Fondatore della SISN, di cui fece parte fino al 1890.

Atti (1896) - 36, 1, 450.

Pomini Francesco Pio (Verona, 1915 - Fronte greco-albanese, 1941)
Laureato a Padova nel 1937, passò all'Istituto di Zoologia dell'Università di Pavia come Assistente, dove portò a termine numerosi lavori di biologia, morfologia e genetica su Pesci e Insetti. Nel 1939 andò come Assistente all'Istituto di Zoologia dell'Università di Bologna, dove iniziò uno studio sulle *Drosophila* europee. Nel 1940 compì una spedizione biologica nel Gargano. La sua raccolta, principalmente di Coleotteri, è stata donata nel 1946 al Museo Civico di Storia Naturale di Verona, mentre il materiale raccolto nel Gargano si trova presso il Museo Zoologico dell'Università di Bologna.
Fu Socio della SISN dal 1936 al 1940.

Natura (1942) - 33, 1, 28.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 990.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 316
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 88.

Porta Antonio (Piacenza, 1874 - San Remo, 1971)
Medico, specialista in malattie veneree, Libero Docente in Clinica Dermosifilopatica, oltre che in Anatomia comparata e Zoologia. La sua opera principale è la *Fauna Coleopterorum Italica* pubblicata in cinque volumi e tre supplementi tra il 1923 e il 1959. Si tratta del primo lavoro complessivo per la determinazione di tutti i Coleotteri italiani. Fu edita in sole 500 copie, a spese dell'Autore. Fondò e diresse dal 1903 al 1914 la *Rivista Coleotterologica Italiana*. Donò la sua biblioteca alla Società Entomologica Italiana e la sua collezione di Coleotteri italiani (30.000 esemplari) al Museo civico di Storia Naturale di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1947 al 1972.

Natura (1973) - 64, 2, 194.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 316.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 88.

Ramazzotti Giuseppe (Milano, 1898 - 1986)
Finita la prima guerra mondiale, che lo vide ufficiale degli Alpini, si iscrisse al Politecnico di Milano, dove si laureò in Ingegneria chimica nel 1922. Appassionato di Scienze Naturali, collezionò minerali, coleotteri e lepidotteri, oltre che interessarsi di comunicazioni radio-telefoniche. Durante la seconda guerra mondiale fu sfollato a Pallanza, dove cominciò a frequentare l'Istituto Italiano di Idrobiologia «Marco De Marchi». Qui si dedicò allo studio dei Tardigradi, dei quali sarebbe diventato esperto di fama mondiale. La sua monografia *Il Phylum Tardigrada* è tuttora un riferimento per tutti gli specialisti (La prima edizione è del 1962, cui sono seguite altre due edizioni ampliate nel 1972 e nel 1983). Si dedicò anche allo studio degli Idracnidi, degli Acari e delle Meduse d'acqua dolce. Egli è noto anche per la sua preziosa collezione di pipe e per i due libri che scrisse in proposito: *Il libro delle pipe*, in collaborazione col cognato Dino Buzzati (1945) e *Introduzione alla pipa* (1967).
Fu Socio della SISN per 62 anni tra il 1921 e il 1986. Ne fu Consigliere dal 1957 al 1974, Vice-presidente dal 1975 al 1983.

Atti (1988) - 129, 4, 532.

CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 322.
POGGI R. & CONCI C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 92.

Regazzoni Innocenzo (Como, 1823 - 1899)
Laureatosi in Medicina a Vienna nel 1845, rientrò in Italia, partecipò ai moti comaschi del 1848 contro l'Austria e praticò la professione medica fino al 1858, quando fu nominato Professore di Chimica e Storia Naturale presso le Scuole Regie di Como. Si dedicò all'insegnamento fino al 1887. Pubblicò oltre 75 lavori in vari campi, ma è soprattutto apprezzato per le sue ricerche di Paletnologia, di cui può essere considerato un pioniere in Lombardia. Contribuì alle ricerche sugli insediamenti preistorici nei Laghi della Lombardia occidentale (effettuate sotto il patrocinio della SISN), in particolare alle indagini stratigrafiche nelle stazioni dell'Isolino Virginia, sul Lago di Varese, e della Lagozza di Besnate.
Fu Socio della SISN dal 1869 al 1888.

Natura (1965) - 56, 4, 204.

Repossi Emilio (Milano, 1876 - Torino, 1931)
Laureato in Scienze Naturali a Pavia nel 1901, sotto la guida di Torquato Taramelli e Luigi Brugnatelli. Dal 1903 al 1921 fu Professore aggiunto presso la Sezione di Mineralogia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano diretta da Ettore Artini. Nel 1921 si recò a Cagliari, dove occupò le Cattedre di Mineralogia e Geologia. Tre anni dopo si trasferì a Torino come Professore Ordinario di Mineralogia e Geografia fisica all'Ateneo e, poco dopo, anche come Professore di Mineralogia al Politecnico. Fra le sue pubblicazioni compaiono lavori di geologia, mineralogia, cristallografia e paleontologia. Importanti i suoi lavori sulla Valle della Mera (*Memorie* della SISN), sui minerali dell'Olgiasca, sulla Val d'Ala, sulla Sardegna (*Atti* della SISN) e il rilevamento del Foglio 32 (Como) della Carta Geologica d'Italia.
Fu Socio della SISN dal 1901 al 1930. Ne fu Vice-segretario dal 1902 al 1909 e Segretario nel 1910 e 1911.

Emilio Repossi

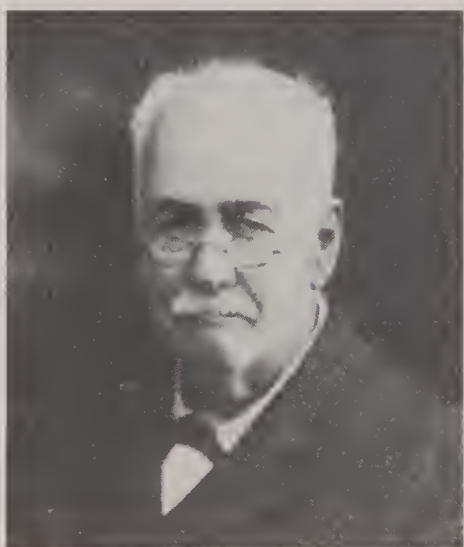
Atti (1931) - 70, 3/4, 271.
Atti (1978) - 119, 1, 32.
Natura (1933) - 24, 2, 98.
Natura (1988) - 79, 2, 43.

Ronchetti Vittorio (Milano, 1874 - 1944)
Laureato in Medicina a Torino nel 1897, entrò come praticante all'Ospedale Maggiore di Milano, dove divenne Medico primario nel 1912. Nel 1919 ottenne la libera docenza in Patologia speciale medica dimostrativa presso l'Università di Pavia. Insegnò anche in altre Istituzioni. Appassionato alpinista partecipò a numerose ascensioni sulle Alpi lombarde e anche nel Caucaso. La sua raccolta di Coleotteri (25.000 esemplari italiani e del Caucaso) fu donata al Museo Civico di Storia Naturale di Milano, al quale lasciò il suo cospicuo patrimonio, contribuendo così alla sua ricostruzione postbellica.
Fu Socio della SISN dal 1898 al 1944.

Atti (1944) - 83, 3/4, 257.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1001.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 328.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 97.

Rusca Luigi (1897 - 1953)
Appassionato naturalista, si dedicò soprattutto alla Mineralogia, concentrando le sue ricerche soprattutto alla zona dell'Ossola e dell'Olgiasca. In quest'ultima zona trovò il fosfato di calcio, ferro e manganese che fu chiamato repossite, in onore di Emilio Repossi che gli aveva trasmesso la passione per i minerali (questo minerale fu più tardi discreditato, in quanto risultato uguale alla graftonite). Collaborò a *Natura* compilando vari itinerari mineralogici.
Fu Socio della SISN dal 1931 al 1953 e ne fu Cassiere dal 1943 al 1953.

Natura (1954) - 45, 1, 50.

Salvadori Paleotti Adelardo Tommaso (Porto San Giorgio, 1835 - Torino, 1923)
Laureato in Medicina e Chirurgia all'Università di Pisa. Nel 1860 si unì ai Garibaldini come Ufficiale Medico. Insegnò Storia naturale nel Regio Liceo Cavour di Torino dal 1866 al 1913. Nel 1879 venne nominato Vice-direttore del Regio Museo Zoologico di Torino, carica che occupò fino al 1921. Ornitologo di fama mondiale, pubblicò circa 350 lavori, la maggior parte dei quali dedicata all'avifauna esotica. Tra i lavori di ornitologia italiana emergono il *Catalogo degli Uccelli di Sardegna* del 1864, gli *Uccelli d'Italia* del 1871-72 e l'*Elenco degli Uccelli Italiani* del 1887. Fu tra i fondatori della *Rivista Italiana di Ornitologia*.
Fu Socio della SISN dal 1863 al 1878.

RIO (1971) - II-41, 3, 212.
RIO (1986) - II-56, 3/4, 133.

Scaini Giuseppe (Milano, 1906 - Piacenza, 1990)
Laureato in Ingegneria civile a Milano nel 1928, lavorò per varie imprese viaggiando per tutta l'Italia. Appassionato ed esperto collezionista di minerali, approfittò dei suoi viaggi di lavoro per arricchire la sua collezione (3650 esemplari, 322 specie) che donerà nel 1970 al Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Fu uno dei promotori degli «Itinerari Mineralogici» pubblicati su *Natura* a partire dal 1939.
Fu Socio della SISN dal 1927 al 1989, Segretario nel 1944 e 1945, Consigliere dal 1976 al 1981.

Natura (1972) - 63, 4, 417.

Scanagatta Luigi (Varenna, 1914 - 1977)
Insegnante. Appassionato naturalista, fondò a Varenna un Museo comprendente una raccolta completa dell'avifauna locale. Fu anche botanico ed erborista, specializzato nella flora delle Grigne; come malacologo approfondì gli studi di Napoleone Pini sui molluschi di Esino e delle Grigne.
Fu Socio della SISN dal 1967 al 1975.

RIO (1977) - II-47, 4, 298.

Schatzmayr Arturo (Zara, 1880 - Milano, 1950)
Rimasto orfano in giovane età, dovette abbandonare gli studi e si trasferì presso parenti in Carinzia, dove cominciò a raccogliere Coleotteri. Stabilitosi a Trieste nel 1906, iniziò un piccolo commercio di insetti e materiale entomologico. Per procurarsi il materiale viaggiò in tutta la penisola Balcanica, in Portogallo e in Grecia. Allo scoppio della prima guerra mondiale fu arrestato e confinato nell'interno dell'Austria fino alla fine del conflitto. Rientrato a Trieste riprese la sua attività commerciale fino a quando, nel 1924 fu assunto dal Principe Alessandro Della Torre e Tasso Duca di Castel Duino, che stava allestendo un Museo Entomologico dedicato a Pietro Rossi (1738-1804). Qui si dedicò all'arricchimento delle raccolte compiendo numerosi viaggi in Europa e nei paesi mediterranei. Nel 1937 alla morte del Principe, quando tutte le collezioni, la biblioteca e gli strumenti passarono in eredità al Museo Civico di Storia Naturale di Milano, fu assunto come Conservatore delle raccolte entomologiche dello stesso, incarico che mantenne fino alla morte.
Fu Socio della SISN dal 1938 al 1950, Vice-segretario dal 1946 al 1950.

Atti (1951) - 90, 1, 5.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1013.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 338.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 102.

Schiavinato Giuseppe (Padova, 1915 - Milano, 1996)
Laureato in Scienze Naturali nel 1939 e in Scienze Geologiche nel 1945 presso l'Università di Padova. Dal 1939 al 1943 prestò servizio militare come Ufficiale d'artiglieria. Assistente e poi Professore incaricato fino al 1951 presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia di Padova. Nel 1948 Libero Docente in Mineralogia. Nel 1951 titolare della Cattedra di Mineralogia all'Università di Bari e dal 1955 titolare della stessa Cattedra a Milano. Dal 1972 al 1984 Rettore della Università degli Studi di Milano. Si dedicò allo studio dei minerali e delle sostanze organiche. In campo petrologico studiò le vulcaniti dei Colli Euganei, la zona di Bazena in Val Camonica, l'Adamello nord-occidentale, il plutone Masino-Bregaglia e tutta la Valtellina.
Fu Socio della SISN dal 1956 al 1986, Consigliere dal 1961 al 1985.

Atti (1996) - 137, 1/2, 149.

Sevesi Achille (Saronno, 1911 - 1976)
Laureato in Giurisprudenza all'Università Cattolica di Milano. Ornitologo, fece assieme a Edgardo Moltoni varie spedizioni ornitologiche in Italia e pubblicò numerosi lavori sulla *Rivista Italiana di Ornitologia*. Fu anche appassionato di numismatica e filatelia tematica sugli uccelli.
Fu Socio della SISN dal 1949 al 1976.

RIO (1976) - II-46, 4, 284.

Sicardi Ludovico (Porto Maurizio, 1895 - San Remo, 1978)
Laureato in Chimica nel 1918 all'Università di Pisa, nel 1934 ottenne una seconda laurea in Farmacia a Torino. Inviato per lavoro nell'Isola di Vulcano, fu affascinato dalla vulcanologia e a essa si dedicò, come dilettante, raggiungendo risultati scientifici interessanti, soprattutto con l'analisi chimica delle esalazioni di gas fumarolici. Si interessò pure della vulcanologia dal punto di vista storico, mettendo assieme una notevole biblioteca, acquisita dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano.
Fu Socio della SISN dal 1936 al 1978.

Atti (1979) - 120, 3/4, 323.

Simondetti Mario (Torino, 1896 - Varese, 1962)
Ingegnere. Eclettico naturalista si dedicò a varie raccolte. Nel campo ornitologico mise assieme una collezione di 1040 esemplari italiani ed esotici (comprendente 250 trochilidi). La sua collezione Lepidotterologica ammontava a 9250 esemplari italiani e 2300 esotici. Entrambe furono cedute nel 1937 al Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Possedeva anche una collezione mineralogica di 5000 pezzi che fu ceduta al Monte di Pietà di Milano e successivamente rilevata da Luigi Magistretti.
Fu Socio della SISN dal 1921 al 1960.

Natura (1962) - 53, 3/4, 212.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1019.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 344.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 105.

Sordelli Ferdinando (Milano, 1837 - 1916)
Naturalista eclettico, ricoprì varie cariche nel Museo Civico di Storia Naturale di Milano, dove entrò nel 1857 come assistente, divenendo Direttore della Sezione di Zoologia nel 1897, carica che mantenne fino alla morte. Tra i suoi lavori sono da ricordare la «Flora fossile Insubrica» pubblicata nei *Rendiconti dell'Istituto Lombardo*, quelli sulla fauna marina di Cascina Rizzardi, sulle tartarughe e marmotte fossili e quelli sulle polimelie di batraci.
Fu Socio della SISN per 42 anni tra il 1863 e il 1915. Ne fu Vice-conservatore dal 1865 al 1867, Conservatore dal 1868 al 1872, Vice-segretario dal 1873 al 1877 e dal 1895 al 1903, Segretario dal 1878 al 1883, Vice-presidente nel 1904 e 1905 e Consigliere nel 1914 e 1915.

Atti (1916) - 55, 1, 1.
Natura (1988) - 79, 2, 43.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1021.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 346.

Spreafico Emilio (1843 - 1874)
Laureato Ingegnere nel 1867 presso l'Istituto Tecnico Superiore di Milano, fu incaricato dell'insegnamento della Mineralogia e, in seguito anche della Scienza dei Materiali da Costruzione, presso lo stesso Istituto. Collaborò alla Carta Geologica del Canton Ticino.
Fu Socio della SISN dal 1863 al 1874, Vice-segretario dal 1870 al 1872, Conservatore nel 1873 e 1874.

Atti (1874) - 17, 4, 411.

Stabile Giuseppe (Milano, 1826 - 1869)
Di famiglia luganese, abate, si dedicò soprattutto alla Malacologia del Canton Ticino, ma anche alla Paleontologia, alla Geologia e all'Entomologia.
Fu Socio della SISN dal 1866 al 1869.

Atti (1869) - 12, 1, 173.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1024.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 350.

Strobel Pellegrino (Milano, 1831 - Vignale, 1895)
Dottore in Legge e in Scienze Naturali. Nel 1857 fu nominato Professore di Storia Naturale alle Scuole facoltative di Piacenza, dove fondò un Museo di Storia Naturale. Nel 1859 passò alla R. Università di Parma. Nel 1865 si recò a Buenos Ayres per stabilirvi una facoltà di Scienze Naturali. Nel 1869 fu nominato Professore di Geologia e Mineralogia all'Università di Parma, della quale divenne anche Rettore. Si dedicò allo studio delle terremare ed è considerato uno dei fondatori della Paletnologia italiana.
Fu Socio della SISN dal 1860 al 1892.

Atti (1896) - 36, 1, 41.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1027.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 352.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 109.

Supino Felice (Pisa, 1871 - Padova, 1946)
Laureato in Scienze Naturali a Padova nel 1894. Nel 1899 divenne Assistente di G.B. Grassi a Roma, dove si occupò soprattutto di Anatomia e Istologia dei pesci. Conseguita la Libera Docenza, nel 1907 si trasferisce a Milano alla Scuola Superiore di Agricoltura come Professore di Zoologia generale. Nel 1908 assume la carica di Direttore del Civico Acquario di Milano e della Stazione di Biologia e Idrobiologia applicata. Ebbe il merito di introdurre l'allevamento delle carpe nelle risaie lombarde. Nel 1924 fu incaricato della Cattedra di Zoologia nella Facoltà di Scienze dell'Università di Milano. Nel 1928 lasciò la Direzione dell'Acquario per dedicarsi esclusivamente all'insegnamento, che fu costretto ad abbandonare nel 1938, a seguito delle leggi razziali.
Fu Socio della SISN dal 1908 al 1937. Ne fu Consigliere dal 1916 al 1937.

Atti (1947) - 86, 1/2, 101.
Natura (1971) - 62, 4, 556.

CONCI C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1027.
CONCI C. & POGGI R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 352.

Taramelli Torquato (Bergamo, 1845 - Pavia, 1922)
Laureato nel 1865 in Scienze Naturali all'Università di Pavia, venne nominato nel 1866 Professore di Storia Naturale del R. Istituto Tecnico di Udine. Nel 1875 si trasferì a Pavia, dove insegnò Geologia all'Università fino al 1920. Durante il soggiorno in Friuli fu in contatto con Quintino Sella, allora Commissario Regio, che lo stimolò a compilare la carta geologica della regione. Importanti sono anche le osservazioni geologiche compiute su tutto l'arco delle Alpi orientali, dal Garda fino all'Istria. Da Pavia si dedicò allo studio dell'Appennino e delle Prealpi lombarde, con lavori sul «ferretto» della Brianza, sul bacino del Ticino, sull'origine dei laghi alpini. Su incarico del Comitato Geologico Svizzero stese la descrizione della carta geologica del Canton Ticino, rilevata da Spreafico, Negri e Stoppani. Nel 1890 pubblicò la carta geologica della Lombardia (1:250.000). Si occupò anche di vulcanologia e sismologia. Gli è stato dedicato il minerale taramellite, un ciclosilicato di bario, ferro e titanio trovato da E. Tacconi nel 1908 a Candoglia.
Fu Socio della SISN dal 1864 al 1920 e Vice-segretario nel 1865 e 1866

Atti (1922) - 61, 3/4, 298.
Natura (1922) - 13, M/M, 63.

Toschi Augusto (Imola, 1906 - Bologna, 1973)
Laureato in Scienze Agrarie (1928) e poi in Scienze Naturali (1934) all'Università di Bologna, dal 1929 entrò a far parte del personale docente dell'Istituto di Zoologia di quell'Ateneo. Appassionato naturalista, pubblicò oltre cento lavori, dedicati soprattutto all'Ornitologia.
Fu Socio della SISN dal 1940 al 1972.

RIO (1973) - II-43, 3, 509.

Traverso Giovan Battista (Pavia, 1878 - 1955)
Laureato in Scienze Naturali a Pavia nel 1900. Nel 1901 fu assistente botanico presso la R. Stazione agraria sperimentale di Modena, nel 1902 passò all'Istituto Botanico di Padova dove rimase fino al 1914, conseguendo nel 1908 la Libera Docenza in Botanica generale e tenendo cattedra di Crittogamia applicata. Nel 1914 si trasferì a Roma, prima come Vice-direttore della R. Stazione di Patologia vegetale e poi come Vice-direttore dell'Osservatorio fitopatologico regionale, tenendo per incarico l'insegnamento della Patologia vegetale all'Università. Nel 1923 venne nominato titolare della Cattedra di Patologia vegetale presso la R. Scuola superiore d'Agricoltura, dove rimase fino alla pensione. Le sue specialità furono gli studi micologici e fitopatologici.
Fu Socio della SISN dal 1924 al 1955, Consigliere dal 1938 al 1954.

Atti (1955) - 94, 2, 222.

Trischitta Antonio Pietro (Messina, 1892 - Milano, 1966)
Laureato in Scienze Naturali presso l'Università di Messina, fu imprenditore edile, ma la sua passione, alla quale dedicò gran parte della sua attività, fu lo studio della fauna siciliana, con particolare riguardo all'Ornitologia.
Fu Socio della SISN per 25 anni tra il 1921 e il 1967.

RIO (1967) - II-37, 1, 79.

Turati Emilio (Orsenigo, 1858 - Gardone Riviera, 1938)
Conte, industriale cotoniero, fu Presidente della Banca Popolare di Milano. Appassionato di ippica, si interessò dell'allevamento di cavalli puro sangue, sostenendone l'importanza economica e scientifica. Lepidotterologo sistematico di chiara fama, descrisse più di 300 nuove specie, apportando importanti contributi alla conoscenza della fauna italiana e libica. Assieme al fratello Vittorio fece dono al Museo Civico di Storia Naturale di Milano della collezione ornitologica del padre Ercole.
Fu membro del Collegio dei Conservatori del Museo Civico di Storia Naturale di Milano dal 1900 al 1904.
Fu Socio della SISN dal 1897 al 1937, Consigliere dal 1929 al 1935.

Atti (1938) - 77, 4, 347.
RIO (1939) - II-9, 1, 54.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1037.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 360.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 113.

Valle Antonio (Trieste, 1925 - Bergamo, 1979)
Laureato in Scienze Naturali nel 1948, insegnò Zoologia all'Università di Parma fino al 1965, quindi fu nominato Direttore dell'Istituto di Zoologia della Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica di Piacenza. Nel 1955 assunse la direzione del Museo di Scienze Naturali «E. Caffi» di Bergamo del quale modernizzò le strutture. Fece importanti ricerche sugli Acari e sugli Scorpioni.
Fu Socio della SISN dal 1946 al 1979.

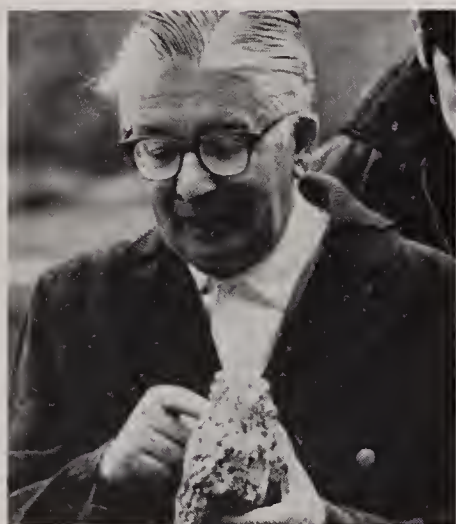
Atti (1979) - 120, 3/4, 320.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 360.

Vandoni Carlo (Milano, 1884 - 1968)
Laureato in Medicina e Chirurgia a Pavia nel 1909, esercitò la professione di medico dedicando il suo tempo libero alla Zoologia, con particolare riguardo ai rettili, agli anfibi e agli uccelli. Dopo la distruzione del 1943, donò le sue collezioni al Museo Civico di Storia Naturale di Milano, per contribuire alla sua ricostruzione. Pubblicò, per la collana dei Manuali Hoepli, *I Rettili d'Italia* e *Gli Anfibi d'Italia*.
Fu Socio della SISN per 47 anni tra il 1911 e il 1967.

Natura (1969) - 60, 3, 211.
RIO (1968) - II-38, 2, 192.

Velati Luigi (Pallanza, 1923 - Trarego, 1945)
Assistente volontario presso l'Istituto Italiano di Idrobiologia «Dott. Marco De Marchi» di Pallanza, iscritto alla Facoltà di Scienze dell'Università di Pavia, dovette interrompere gli studi a causa degli eventi bellici. Aveva cominciato a occuparsi della stratificazione delle acque nel Lago Maggiore. Ideò una nuova tecnica di allestimento di filtri colorati per le osservazioni citologiche. Nel 1944 entrò a far parte delle formazioni partigiane. Catturato dalla Milizia Confinaria di Cannobio, venne ucciso assieme a sei compagni e due civili.
Fu Socio della SISN nel 1943 e 1944.

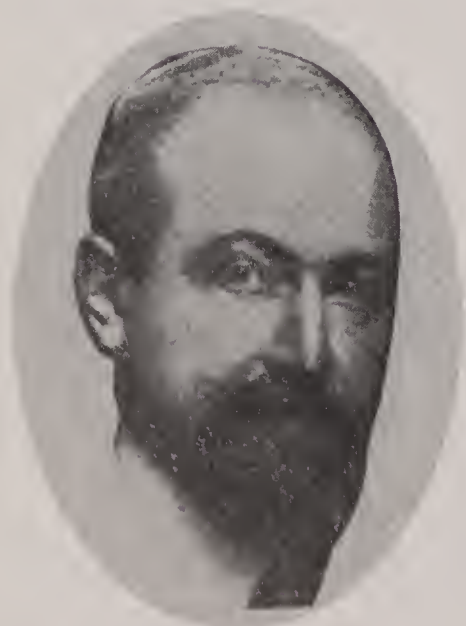
Natura (1945) - 36, 2, 52.

Venzo Sergio (Rovereto, 1908 - Parma, 1978)
Laureato in Scienze Naturali alla Scuola Normale Superiore di Pisa nel 1932, rimase a Pisa fino al 1935 come assistente del Prof. Giuseppe Stefanini. Nel 1935 passò al Museo Civico di Storia Naturale di Milano come Conservatore della Sezione di Geologia e Paleontologia, dove rimase fino al 1954. Nel 1938 conseguì la Libera Docenza in Geologia. Dal 1937 al 1939 fu comandato in Africa Orientale per conto dell'AGIP, dove raccolse materiale per le collezioni del Museo e portò a termine interessanti lavori paleontologici. Dal 1939 al 1950 insegnò Paleontologia e Geografia fisica all'Università di Milano. Nel 1951 fu incaricato alla Direzione dell'Istituto di Geologia dell'Università di Parma e nel 1954 vinse la cattedra che tenne fino alla morte. Fu geologo, stratigrafo, quaternarista e paleontologo di fama mondiale e pubblicò oltre cento lavori scientifici, tra i quali quelli sull'Anfiteatro morenico del Garda, pubblicati in tre fascicoli di *Memorie*.
Fu Socio della SISN dal 1936 al 1978.

Atti (1978) - 119, 3/4, 358.

Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 114.

Verity Roger (Firenze, 1883 - Fiesole, 1959)
Di padre inglese e madre italiana, si laureò in Medicina e Chirurgia a Firenze e si specializzò a Londra. Lepidotterologo valentissimo, pubblicò 148 lavori. Tra le sue opere eccellono: *Rhopalocera palaearctica. Papilionidae et Pieridae* (1905-1911) e *Le Farfalle diurne d'Italia* (1940-1953). La sua collezione di 250.000 esemplari fu donata al Museo Zoologico «La Specola» di Firenze.
Fu Socio della SISN dal 1918 al 1944.

Natura (1959) - 50, 3, 212.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1042.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 364.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 115.

Vialli Vittorio (Cles, 1914 - Bologna, 1983)
Conservatore della Sezione di Geologia e Paleontologia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano dal 1938 al 1961(con una assenza dal 1942 al 1945 dovuta alla guerra e alla prigionia). Dal 1955 al 1961 tenne il corso di Geografia all'Università di Milano per gli studenti di Scienze Geologiche e Scienze Naturali. Nel 1961 passò a Bologna dove tenne il corso di Paleontologia e, dal 1967, anche quello di Geografia per Scienze Geologiche. Nel 1970 divenne Direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia, sempre a Bologna. Studioso di vertebrati, si occupò sia di mammiferi che di rettili fossili, ma anche di ammoniti. Si occupò anche di rilevamento geologico partecipando alla compilazione dei fogli Belluno e Feltre della Carta Geologica d'Italia.
Fu Socio della SISN dal 1939 al 1983, Segretario dal 1950 al 1961.

Atti (1984) - 125, 3/4, 289.

Vignoli Tito (? - ?)
Antropologo e psicologo, consigliere di varie istituzioni scientifiche, presidente della Scuola Tecnico-Letteraria Femminile e autore di varie opere filosofico-scientifiche. Nel 1893 fu nominato Direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. In questa veste curò l'allestimento della nuova sede di Corso Venezia e il riordino della Biblioteca e dell'archivio. Nel 1895 stipulò la convenzione con la Società Italiana di Scienze Naturali, in base alla quale il Museo sarebbe diventato cointestatario delle Riviste della Società, contribuendo alle spese per la stampa. Nel 1911 non fu riconfermato in carica a seguito dei dissidi sorti con i Conservatori, che non vedevano di buon grado un direttore privo di competenze scientifiche specifiche.
Fu Socio della SISN dal 1895 al 1914, Consigliere dal 1896 al 1911.

Natura (1988) - 79, 2, 23.

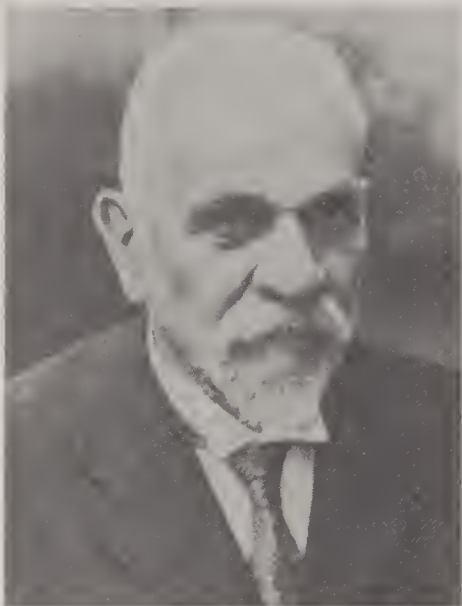
Villa Antonio (Milano, 1806 - 1885)
Impiegato alla Contabilità di Stato. Naturalista appassionato, costituì, col fratello Giovanni Battista, il «Museo dei Fratelli Villa» contenente soprattutto conchiglie, insetti, minerali e fossili, poi donato al Museo Civico di Storia Naturale di Milano e andato distrutto anteriormente al 1927. Si occupò dei vari aspetti delle Scienze Naturali. Assieme al fratello compilò la Carta geologica della Brianza (1844) e pubblicò numerosi lavori entomologici. Fu tra i promotori della Società Entomologica Italiana.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino alla morte. Ne fu Vice-presidente dal 1859 al 1885.

Atti (1885) - 28, 2, 138.
Natura (1996) - 87, 2, 49.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1043.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 366.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 115.

Villa Giovanni Battista (Milano, 1810 - 1887)
Computista all'Amministrazione del Censo. Naturalista appassionato, costituì, col fratello Antonio, il «Museo dei Fratelli Villa» contenente soprattutto conchiglie, insetti, minerali e fossili, poi donato al Museo Civico di Storia Naturale di Milano e andato distrutto anteriormente al 1927. Si occupò dei vari aspetti delle Scienze Naturali. Assieme al fratello compilò la Carta geologica della Brianza (1844) e pubblicò numerosi lavori entomologici. Da solo scrisse alcuni contributi geologici.
Fu Socio fondatore della SISN, di cui fece parte fino al 1882.

Natura (1996) - 87, 2, 49.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1044.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 366.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 115.

Vinciguerra Decio (Genova, 1856 - Padova, 1934)
Laureato a Genova in Medicina e Chirurgia, divenne Assistente alla Cattedra di Zoologia e Anatomia comparata di quell'Ateneo. Nel 1881-82 partecipò alla spedizione, ideata dal Capitano G. Bove, in Patagonia, raccogliendo moltissimo materiale zoologico che andò ad arricchire le collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Genova. Dal 1887 al 1921 diresse la Stazione di Piscicoltura di Roma. Dal 1921 al 1933 fu Vice-direttore del Museo di Genova. Fu soprattutto un valente ittiologo sistematico ed esperto in piscicoltura.
Fu Socio della SISN dal 1893 al 1897.

Natura (1934) - 25, 4, 153.

Conci C., 1975 - Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di Entomologia. *Mem. della Soc. Ent. It.*, XLVIII, Parte IV, 1044.
Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 366.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 116.

Viola Severino (Bressana Bottarone, 1899 - Milano, 1973)
Laureato a Pavia nel 1921 in Chimica pura e nel 1923 in Farmacia, fu Direttore tecnico di un'importante industria farmaceutica dal 1930 al 1967. Come naturalista cominciò a occuparsi di botanica fanerogamica fino dalla giovinezza. Durante la seconda guerra mondiale cominciò a interessarsi ai funghi, campo in cui sarebbe assurto a primaria notorietà. Mise assieme un archivio di oltre 5000 foto illustranti fiori e funghi.
Fu Socio della SISN dal 1942 al 1973, Consigliere dal 1955 al 1961, Vice-presidente dal 1962 fino alla morte.

Natura (1974) - 65, 3/4, 247.

Zavattari Edoardo (Tortona, 1883 - Genova, 1972)
Laureato a Torino in Medicina e Chirurgia nel 1908 e in Scienze Naturali nel 1911. Nel 1913 ottenne la Libera Docenza in Zoologia e si specializzò in Medicina tropicale a Londra. Nel 1919 divenne aiuto di Zoologia a Cagliari, dove rimase fino al 1921, quando passò a Modena, dove ebbe anche l'incarico di Zoologia e Biologia. Nel 1923 si trasferì a Pavia, dove rimase fino al 1935, quando ottenne la Cattedra di Zoologia dell'Università di Roma. Nel 1958, raggiunti i limiti di età si stabilì a Genova, dove fu Conservatore Onorario del Museo Civico di Storia Naturale. Esploratore, raccoglitore, parassitologo, organizzò spedizioni scientifiche in Libia e Africa Orientale.
Fu Socio della SISN dal 1922 al 1972.

Atti (1972) - 113, 4, 414.

Conci C. & Poggi R., 1996 - Iconography of italian entomologists with essential biographical data. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 368.
Poggi R. & Conci C., 1996 - Elenco delle collezioni entomologiche conservate nelle strutture pubbliche italiane. *Mem. della Soc. Ent. It.*, 75, 118.

Edoardo Zavattari

Zuffardi Pietro (? - 1916)
Laureato in Scienze naturali a Pavia. Nel 1910 frequentò il Laboratorio di Geologia del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, poi passò come assistente alla Cattedra di Geologia dell'Università di Torino, dove prese la Libera Docenza in Geologia e Paleontologia. Per ricerche scientifiche viaggiò nel Caucaso e in Tripolitania. Morì in Trentino per le ferite riportate in azione durante la Prima guerra mondiale.
Fu Socio della SISN dal 1910 al 1916.

Natura (1916) - 7, S/O, 136.

Amministratori della Città di Milano
(iscritti prima del 1926)

Socio	dal	al	Cariche
Annoni conte Aldo, Sen. del Regno	1899	1900	Consigliere dal 1870 al 1894 Assessore dal 1874 al 1877
Badoni Giuseppe (Socio Fondatore)	1855	1867	Consigliere nel 1860 e 1861
Barbiano di Belgioioso conte comm. Emilio	1896	1904	Consigliere dal 1883 al 1894 Assessore dal 1884 al 1893
Bardelli prof. comm. Giuseppe	1896	1903	Consigliere dal 1883 al 1904
Bertarelli grand'uff. Tommaso	1918	1924	Consigliere dal 1882 al 1887
Besana dott. Carlo	1869	1877	Consigliere dal 1860 al 1873 Assessore nel 1863 e 1864
Borromeo principe Giberto, Sen. del Regno	1884	1930	Consigliere dal 1905 al 1910
Brugnatelli prof. cav. Luigi	1906	1928	Consigliere dal 1905 al 1907
Cantoni cav. Gaetano	1863	1884	Consigliere dal 1874 al 1888
Castelbarco Albani conte ing. Alberto	1896	1920	Consigliere dal 1891 al 1898 Assessore dal 1892 al 1904
Celoria ing. prof. comm. Giovanni, Sen. del Regno	1895	1920	Consigliere dal 1890 al 1894 Assessore dal 1892 al 1894 e dal 1899 al 1920
Delfinoni avv. Gottardo	1865	1889	Consigliere dal 1860 al 1888 Assessore dal 1876 al 1888
Fantoli ing. cav. Gaudenzio	1910	1913	Consigliere dal 1906 al 1910
Gabba dott. prof. cav. Luigi	1896	1897	Consigliere dal 1890 al 1898 Assessore dal 1892 al 1898
Gallarati Scotti Gian Carlo, Principe di Molfetta	1912	1926	Consigliere dal 1895 al 1898
Gatti dott. prof. cav. Francesco	1896	1901	Consigliere dal 1891 al 1898 Assessore dal 1892 al 1898
Giachi arch. comm. Giovanni	1903	1923	Consigliere dal 1885 al 1888 e dal 1910 al 1920 Assessore dal 1911 al 1913
Gramizzi ing. Massimiliano	1864	1881	Consigliere dal 1892 al 1904
Guzzi ing. Palamede	1869	1870	Consigliere dal 1884 al 1894
Kramer Edoardo	1863	1869	Consigliere nel 1868 e 1869
Mangiagalli prof. comm. Luigi, Sen. del Regno	1910	1920	Consigliere dal 1899 al 1926 Sindaco dal 1922 al 1926
Massarani comm. Tullo, Sen. del Regno	1905	1905	Consigliere dal 1860 al 1894 Assessore dal 1860 al 1867

Socio	dal	al	Cariche
Mazzocchi ing. Luigi	1869	1885	Consigliere nel 1890 e 189 e dal 1899 al 1902 Assessore dal 1900 al 1902
Menozzi prof. comm. Angelo, Sen. del Regno	1896	1940	Consigliere dal 1905 al 1920 Assessore dal 1905 al 1913
Mussi dott. Giuseppe (Socio Fondatore)	1855	1870	Consigliere dal 1869 al 1894 e dal 1899 al 1904 Sindaco dal 1899 al 1903
Negri dott. comm. Gaetano, Sen. del Regno	1867	1902	Consigliere dal 1873 al 1898 Assessore dal 1873 al 1884 Sindaco dal 1884 al 1889
Panzeri dott. cav. Pietro	1896	1901	Consigliere dal 1890 al 1900
Pini dott. Paolo	1922	1926	Consigliere dal 1911 al 1926
Pisa ing. Giulio	1903	1904	Consigliere dal 1899 al 1904 Assessore nel 1900 e 1901
Ponti sen. comm. march. Ettore	1905	1919	Consigliere dal 1881 al 1884 e dal 1905 al 1910 Sindaco dal 1905 al 1909
Porro prof. comm. Edoardo, Sen. del Regno	1896	1902	Consigliere dal 1882 al 1902
Sessa Luigi (Socio Fondatore)	1855	1860	Consigliere dal 1868 al 1872
Turati conte dott. Ernesto (Socio Fondatore)	1855	1917	Consigliere dal 1878 al 1880
Valerio Alessandro	1858	1864	Consigliere dal 1874 al 1878
Vigoni nob. comm. ing. Giuseppe, Sen. del Regno	1896	1913	Consigliere dal 1883 al 1904 e dal 1911 al 1913 Assessore nel 1883, 1884 e dal 1887 al 1892 Sindaco dal 1893 al 1898
Visconti Ermes march. Carlo (Socio Fondatore)	1855	1892	Consigliere dal 1864 al 1867 e dal 1882 al 1889 Assessore dal 1884 al 1889
Visconti di Modrone duca Raimondo (Socio Fondatore)	1855	1883	Consigliere dal 1868 al 1873

(A.B.)

Esponenti della nobiltà (iscritti prima del 1940)

Socio	dal	al
Amoroso d'Aragona principe dott. prof. Pietro, Bari	1925	1967
Annoni conte Aldo, Sen. del Regno, Milano	1899	1900
Ansidei conte Reginaldo, sindaco di Perugia	1864	1866
Arborio Mella conte Carlo, Vercelli (Stato Sardo)	1858	1913
Archinto S.E. il conte Giuseppe, Milano (Socio Fondatore)	1855	1860
Arconati Visconti march. Gianmartino, Milano	1867	1876
Arrigoni degli Oddi conte dott. prof. Ettore, Padova	1886	1904
Arrigoni degli Oddi conte Oddo, Padova	1866	1886
Balsamo Crivelli nob. Giuseppe, Milano (Socio Fondatore)	1855	1874
Barbiano di Belgioioso conte comm. Emilio, Milano	1896	1904
Barbiano di Belgioioso conte ing. Guido, Milano	1896	1937
Barbò di Soresina march. Pietro, Milano (Socio Fondatore)	1855	1866
Baudi di Selve conte Flaminio, Torino	1869	1873
Besozzi nob. dott. G.D. Alessandro, Milano	1917	1934
Bonfanti Barbiano di Belgiojoso Enrico, Como	1907	1925
Borromeo conte Carlo, Milano	1862	1888
Borromeo conte dott. Gian Carlo, Milano	1899	1949
Borromeo principe Giberto, Sen. del Regno, Milano	1884	1930
Borromeo conte Renato, Milano (Socio Fondatore)	1855	1863
Calciati conte dott. Cesare, Cremona	1923	1929
Calvi nob. dott. Gerolamo, Milano	1910	1932
Caprioli conte Tommaso, Brescia (Socio Fondatore)	1855	1884
Casati conte dott. Alessandro, Monza	1905	1910
Casati conte Alfonso, Milano	1938	1940
Casati nob. Camillo, Milano	1861	1869
Casati conte Gabrio, Milano	1899	1915
Castelbarco Albani conte ing. Alberto, Milano	1896	1920
Castracani Belmonte Cima conte Alessandro, Rimini	1863	1870
Cavagna Sangiuliani conte Antonio, Milano	1865	1869
Cavazza conte dott. comm. Filippo, Bologna	1913	1940
Cesati barone Vincenzo, Napoli	1864	1882
Chigi Albani Della Rovere principe Francesco, Roma	1910	1951
Cicogna conte G. Ascanio, Milano	1910	1912
Clerici nob. Pietro, Milano (Socio Fondatore)	1855	1875
Cornaggia march. Giovanni, Milano	1866	1870
Crivelli march. Luigi, Milano (Socio Fondatore)	1855	1901
Crivelli march. Vitaliano, Milano	1902	1926
Crivelli Serbelloni conte Giuseppe, Milano	1896	1909
Curioni nob. comm. Giulio, Milano (Socio Fondatore)	1855	1878
Cuttica di Cassine march. Luigi, Milano	1896	1937
D'Adda march. Emanuele, Sen. del Regno, Milano	1899	1911
D'Arco conte Luigi, Mantova (Socio Fondatore)	1855	1871
De Benedetti conte Alessandro, Sarzana	1865	1867
De la Valle Jose Antonio visconte di Premio Real, vice console di Spagna a Malta	1865	1869
Della Rosa Prati march. Guido, Parma	1867	1869
Del Majno march. Norberto, Milano	1858	1899
De Orchi nob. dott. Vincenzo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1858
De Strens nob. ing. comm. Emilio, Gazzada	1917	1932
De Vecchi nob. ing. Biagio, Milano (Socio Fondatore)	1855	1869
De Zigno bar. cav. Achille, Padova	1867	1879
Di Caporiacco conte dott. Lodovico, Firenze	1921	1929
Di Cavour march. Ainardo, Torino	1869	1870
Doria march. Giacomo, Sen. del Regno, Roma	1858	1901

Socio	dal	al
Doria march. Marcello, Genova	1858	1874
Gallarati Scotti Gian Carlo, Principe di Molfetta, Milano	1912	1926
Galluzzi nob. Michele, Milano (Socio Fondatore)	1855	1862
Giustiniani march. Ignazio, Spezia	1865	1866
Goblet d'Alviella conte dott. Felix Albert Joseph, Bruxelles	1930	1940
Gola conte Carlo, Milano	1869	1878
Grumelli Pedrocca conte dott. Luigi, Bergamo	1923	1925
Gualterio march. Carlo Raffaele, Bagnorea	1865	1900
Invrea march. dott. Fabio, Genova	1923	1932
Isimbardi march. Luigi, Milano	1899	1908
Keller nob. Alberto, Milano	1861	1870
Lancia Federico duca di Brolo, Palermo	1863	1879
Lezzani march. Massimiliano, Roma	1867	1884
Luini nob. dott. cav. Giuseppe, Milano	1897	1899
Lurani conte Francesco, Milano	1897	1912
Malaguzzi conte Alessandro, Venezia	1858	1859
Mari nob. Filippo, Verona (Socio Fondatore)	1855	1864
Marinoni nob. Camillo, Udine	1863	1882
Martinengo Villagana contessa Rachele, Milano	1869	1875
Marullo conte Giuseppe, Messina	1869	1880
Melzi conte dott. Gilberto, Milano	1892	1897
Melzi d'Eril duchessa Joséphine nata Barbò, Milano	1899	1923
Mocenigo conte Giovanni, Vicenza	1868	1868
Mondolfo conte Sebastiano, Milano (Socio Fondatore)	1855	1872
Monti barone dott. comm. Alessandro, Brescia	1895	1932
Ninni conte Alessandro Pericle, Venezia	1868	1887
Ninni conte Emilio, Venezia	1898	1945
Orsi conte dott. Girolamo, Ancona	1865	1868
Padulli conte Pietro, Milano	1862	1884
Pallavicino Clavello march. Uberto, Milano	1859	1862
Pareto march. Lorenzo, Genova	1859	1865
Parolini nob. Alberto, Bassano (Socio Fondatore)	1855	1866
Passerini conte prof. comm. Napoleone, Firenze	1883	1905
Patrizi Montoro march. Saverio, Roma	1937	1944
Paulucci march. Marianna, Firenze	1881	1900
Peluso nob. dott. Francesco, Milano (Socio Fondatore)	1855	1866
Piazzoni nob. Costanzo, Bergamo (Socio Fondatore)	1855	1858
Pini nob. rag. cav. Napoleone, Milano	1873	1906
Porro conte ing. dott. Cesare, Carate Lario	1896	1940
Rasponi conte Pietro, Ravenna	1866	1870
Rescalli march. Paolo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1863
Resta Pallavicino march. comm. Ferdinando, Sen. del Regno, Milano	1899	1932
Ridolfi march. Cosimo, Milano	1864	1865
Rocca Saporiti march. Apollinare, Milano (Socio Fondatore)	1855	1881
Rosales Cigalini march. Luigi, Bernate	1875	1885
Salimbeni conte Leonardo, deputato, Nonantola	1864	1869
Sanseverino conte Faustino, sen. del Regno, Milano (Socio Fondatore)	1855	1878
Scander Levi barone comm. Adolfo, Firenze	1881	1890
Schizzi conte Folchino, Milano (Socio Fondatore)	1855	1857
Scotti duca Tommaso, Milano (Socio Fondatore)	1855	1860
Strozzi march. Carlo, Firenze	1860	1868
Tacchetti nob. Carlo, Salò	1860	1869
Taverna conte Carlo, Sen. del Regno, Milano	1870	1870
Tinelli nob. Carlo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1869
Trevisan de Saint-Léon conte Vittore, Marostica	1868	1892
Turati conte cav. di gr. croce Emilio, Milano	1897	1937
Turati conte Ercole, Milano	1858	1881
Turati conte dott. Ernesto, Milano (Socio Fondatore)	1855	1917

Socio	dal	al
Turati nob. Francesco, Milano	1879	1882
Turati nob. Gianfranco, Milano	1881	1903
Turati nob. comm. Vittorio, Milano	1921	1934
Uboldi De Capei nob. Giovanni, Monza	1869	1871
Vacani di Forte Olivo bar. Camillo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1860
Vigoni nob. comm. Giulio, Sen. del Regno, Milano	1868	1926
Vigoni nob. comm. ing. Giuseppe, Sindaco di Milano, poi Sen. del Regno, Milano	1896	1913
Vimercati conte ing. Guido, Firenze	1872	1880
Visconti conte Alfonso Maria, Milano	1869	1887
Visconti Ermes march. Carlo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1892
Visconti di Modrone duca Guido, Milano	1899	1902
Visconti di Modrone duca Raimondo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1883

(A.B.)

Esponenti del clero
(iscritti prima del 1940)

Socio	dal	al
Alessandri ab. dott. Antonio, Bergamo	1865	1876
Allievi sac. prof. Cristoforo, Seveso per S. Pietro Martire	1920	1929
Ambrosioni sac. dott. Michelangelo, Merate	1887	1937
Amighetti sac. Alessio, Lovere	1888	1890
Annoni sac. Carlo, parroco di Vittuone (Socio Fondatore)	1855	1862
Anzi sac. Martino, Como	1858	1862
Ardisson sac. Pier Luigi, Tourettes de Nice, Francia	1864	1865
Baldetti don Cristoforo, Castelfidardo	1939	1940
Balestra sac. cav. Serafino, Como	1869	1879
Barassi sac. Camillo, Roggiano Valtravaglia	1896	1913
Benussi Bossi sac. Alessandro, Milano	1901	1904
Bernasconi sac. Baldassare, coadjutore a Laglio	1864	1879
Bernasconi sac. cav. Giuseppe, Parroco di Civiglio	1867	1915
Bertazzi padre Gallicano, Milano (Socio Fondatore)	1855	1865
Bertoli sac. Giovanni, can. di Chiari	1861	1871
Buccellati sac. cav. Antonio, Pavia	1869	1873
Butti sac. Angelo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1887
Buzzoni sac. Pietro, Proposto di S. Rocco, Milano (Socio Fondatore)	1855	1910
Caffi dott. prof. sac. Enrico, Bergamo	1896	1947
Calderini prof. sac. comm. Pietro, Varallo	1868	1906
Carpi sac. Carlo, parr. di Casalorzo Boldori, Cremona	1859	1859
Cavalleri padre Giovanni, Monza (Socio Fondatore)	1855	1874
Cavalleri sac. Natale, Collegio De Filippi, Arona	1924	1926
Cesati sac. Antonio, Milano (Socio Fondatore)	1855	1862
Colombo Paracchi sac. Federico, Merate	1882	1892
Coloni sac. Gaetano, Crema	1880	1900
Cornaggia padre Luigi Agostino, Monza (Socio Fondatore)	1855	1860
Corti sac. dott. Benedetto, Gorla Minore	1895	1901
Cozzi sac. Carlo, Abbiategrasso	1900	1928
Crespi Reghizzo sac. Giovanni, Gorla Minore	1869	1879
Della Valle sac. Matteo, Vicenza (Socio Fondatore)	1855	1862
Denza padre Francesco, Moncalieri	1867	1871
De Ujehli Emerico, can. e curato dell'I.R. Marina, Venezia	1858	1862
Di Negro don Giacomo, Spezia	1865	1875
Donati don Cesare, Milano (Socio Fondatore)	1855	1858
Ferrario padre Ottavio, Milano (Socio Fondatore)	1855	1860

Socio	dal	al
Ferretti sac. Antonio, parroco di S. Ruffino	1878	1883
Forni dott. don Battista, Coll. Arciv. Tradate	1925	1930
Gaffuri sac. dott. Cesare, S. Pietro Martire	1884	1892
Galli padre Bernardo, Monza (Socio Fondatore)	1855	1875
Gavazzeni sac. prof. Bernardino, Bergamo	1896	1897
Gemelli dott. prof. fra Agostino, Milano	1907	1953
Grancini sac. Carlo, Milano	1869	1875
Ighina padre Filippo, Carcare	1867	1877
Maffi card. Pietro, Arcivescovo di Pisa	1896	1912
Majocchi sac. Francesco, Codogno	1862	1866
Manzi padre Michelangelo, Milano (Socio Fondatore)	1855	1892
Masè sac. Francesco, arciprete a Castel d'Ario	1868	1884
Mazzetti sac. Giuseppe, Modena	1878	1892
Mercalli sac. prof. Giuseppe, Napoli	1873	1914
Minola padre Carlo, Monza (Socio Fondatore)	1855	1859
Orsenigo Pietro, parroco di Careno	1864	1870
Paglia sac. Enrico, Mantova	1859	1874
Pini sac. Cristoforo, Parroco di Cremia	1896	1896
Raiteri dott. sac. Luigi, Torino	1923	1950
Ranchet ab. Giovanni, Biandronno	1865	1879
Restellini sac. Giuseppe, Milano (Socio Fondatore)	1855	1866
Reverberi sac. dott. Giuseppe, Roma	1930	1932
Riboldi mons. Agostino, vescovo di Pavia	1869	1884
Riva don Antonio, Lugano	1866	1872
Rusconi sac. prof. Giuseppe, Gorla Minore	1896	1899
Solera sac. Giovanni, Crema (Socio Fondatore)	1855	1866
Sommariva sac. Pietro, Gallarate	1911	1937
Spreafico sac. Francesco, Milano	1858	1866
Stabile ab. Giuseppe, Lugano	1866	1869
Stoppani sac. Antonio, Milano (Socio Fondatore)	1855	1890
Stoppani sac. Carlo, Merate	1861	1877
Tasso sac. dott. Ferdinando, Chieri, Torino	1922	1930
Zanandrea padre prof. Giuseppe S.J., Roma	1961	1965
Zaroli sac. Enrico, Milano	1932	1940
Zunini sac. dott. Giorgio, Milano	1928	1934

(A.B.)

I CENTRI STUDIO

Il **Centro Studi Cetacei**, fondato nel 1985 e ufficialmente riconosciuto dai Ministeri competenti, vanta estesa attività in ambito nazionale e internazionale. Uno degli scopi principali del Centro è quello di riunire tutti i ricercatori italiani che si occupano di cetacei, di promuovere le ricerche scientifiche su questi mammiferi marini e di fungere da punto di riferimento per tutte le questioni concernenti questo settore. Dal 1986 è attivo il Progetto Spiaggiamenti (coordinato dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano) che ha lo scopo di monitorare e studiare i cetacei che si spiaggiano sulle coste italiane, analizzando il fenomeno a livello nazionale. Questo Progetto ha consentito di incrementare enormemente la raccolta di materiali scheletrici per le collezioni museali. Lo studio dei cetacei spiaggiati ha inoltre fatto scaturire moltissime ricerche scientifiche di valore internazionale. Ogni anno il Centro pubblica sugli *Atti* SISN il rendiconto dei cetacei spiaggiati sulle coste italiane. I primi dieci anni di attività sono stati illustrati con un numero di *Natura*, appositamente dedicato all'argomento.

Allo scopo di non disperdere i dati raccolti da coloro – laureandi in primis e altri ricercatori privati che si occupano di mammiferi – venne costituito il 24 marzo 1987 il **Centro Studi Micromammiferi**, inteso alla formazione di una banca dati bibliografica sui roditori e insettivori presenti in Italia, studio della loro distribuzione, biometria ed ecologia con particolare riguardo alla Lombardia, in collegamento con progetti analoghi, già in attuazione in altre parti del territorio nazionale. Con la Provincia di Como ha collaborato a studi di settore nell'area di rilevanza ambientale di Val Senagra. Nel 1993 il Centro ha esteso l'ambito della propria ricerca a tutti i mammiferi, trasformandosi in **Centro Studi Teriologici «Arvicola»**; ha compiuto (1994) approfondite indagini sulla distribuzione e l'ecologia dello scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) e pure sul tasso (*Meles meles*) nel Luinese.

Il **Centro Studi Erpetologici Emys**, simbolicamente rappresentato dalla testuggine palustre *Emys*, fondato nel 1985, è confluito nella Società nel marzo 1987. Riunisce i Soci che hanno fatto dello studio degli anfibi e rettili l'interesse naturalistico loro, perseguendo il censimento e gli studi eco-etologici sull'erpetofauna italiana, la costituzione di una banca dati erpetologica, la divulgazione pro erpetofauna, la collaborazione a progetti di salvaguardia. Il Centro concluse nel 1989 uno studio della biologia di *Emys orbicularis* nel Parco Naturale della Maremma Toscana; nel 1990 hanno assunto particolare rilievo il «Progetto rospi Lombardia», anche con la costituzione di volontari di salvataggio degli anfibi, e la partecipazione in sede di Museo Civico al «Simposio Internazionale CITES sul commercio delle pelli di rettile» (10-13 settembre 1992); il Centro ha partecipato al Congresso Europeo della «Societas Herpetologica Europea» di Barcellona (agosto 1993), ha collaborato con la Regione Abruzzo per la gestione dell'erpetofauna in riserve naturali delle Provincie di Pescara e Chieti (1994), e per la conoscenza e protezione nel Parco Naturale del Ticino, Parco Nord di Milano, Parco Naturale di Montevecchia, delle valli del Curone e per il progetto della gestione delle testuggini d'acqua (*Trachemis scripta elegans,* 1996). Il Centro, con il coesistente Centro Studi Micromammiferi si è infine fuso nel **Centro Studi di Faunistica dei Vertebrati**.

La costituzione di un **Centro Studi Storico-Naturalistici** è stata motivata dalla considerazione dell'importanza delle fonti documentarie d'archivio di vario tipo circa le storiche presenze di fauna (in particolare del lupo, lince, orso ecc.), in quanto aspetto di rilevante interesse nell'evoluzione dell'ambiente naturale e quindi delle problematiche complesse di ricerca richiedenti il contributo di specifiche competenze sia storico-geografiche, sia naturalistiche. La collaborazione con l'Archivio di Stato di Milano ha fruttato un Convegno (9-10 giugno 1995) dedicato all'areale geografico-storico faunistico lombardo in tema di prospettive di ricerca storico-naturalistica dal Medio Evo all'età contemporanea (*Natura*, 87/2, 1996).

Il **Centro Studi Idrobiologici «Agoraie»** è stato costituito nel 1994, con sede operativa presso l'Acquario Civico Stazione Idrobiologica. I suoi precedenti risalgono a un «Gruppo di lavoro Agoraie» nato nel 1987, ai fini della celebrazione dell'Anno Europeo dell'Ambiente e della gestione del Parco naturale della Val d'Áveto (Riserva Naturale orientata Agoraie - Monte Moggetto) nella Foresta Demaniale regionale delle Lame (provincia di Genova) in collaborazione con l'Amministrazione Forestale ligure. Il gruppo aveva concluso (1991) il lavoro interdisciplinare con la formazione di proposte per la gestione delle formazioni limniche e dei consorzi forestali nell'ambito della Riserva e il progetto per un «Sentiero Natura» in zona, oggetto anche di due Convegni presso il Museo di Storia Naturale di Genova (novembre 1986 e 1989).

Supportato da componenti dell'Istituto Tecnologie Biomediche Avanzate del Consiglio Nazionale delle Ricerche, nel 1997 venne approvata la costituzione del **Centro Studi Ottimizzazione Biologica**, inerente allo studio dei meccanismi biologici del comportamento animale con correlativo consumo energetico da lavoro meccanico e conseguenti fenomeni di selezione evolutiva, interessante per studiosi di provenienza culturale eterogenea (medici, biologi, veterinari, biochimici ecc.) e inquisibili mediante strumenti matematici, fisici, statistici e informatici. Suoi obiettivi sono la costituzione di una cineteca

specializzata, di un archivio informatico sul sito Internet della SISN, il supporto tematico alla didattica museale.

(B.P.)

La costituzione del **Centro studi per l'Applicazione di Nuove tecnologie alla Divulgazione scientifica e all'Integrazione formativa (CANDI)** è stata approvata nel giugno 2000. Lo scopo del Centro Studi è quello di approfondire le conoscenze di nuovi metodi e strumenti di divulgazione scientifica. CANDI rilancia le attività di ricerca proprie della migliore tradizione della Società, coinvolgendo un elevato numero di ricercatori e studiosi nei campi geologico, botanico, zoologico, antropologico e ambientale; organizza conferenze e dibattiti avvalendosi di moderne tecnologie di comunicazione; diffonde i risultati delle ricerche attraverso la pubblicazione sulla rete telematica Internet, all'interno del portale dedicato alle Scienze Naturali (www.scienzenaturali.com); gestisce i programmi di ricerca nell'ambito del progetto «Montagne 2002». Un certo numero di fotografi naturalistici sono stati istruiti attraverso la partecipazione ai corsi di fotografia organizzati dalla Società. Le attività di questi ultimi, nell'ambito del progetto «Montagne 2002», permetteranno di arricchire l'archivio fotografico di recente istituzione. Tale risorsa iconografica avvantaggerà in futuro non solo le pubblicazioni sociali, ma verrà messa a disposizione di tutte le riviste che si occupano di Scienze Naturali.

(A.B., B.B.P., D.R.)

LA BIBLIOTECA DELLA SOCIETÀ

La Biblioteca della SISN comprende le raccolte di tutte le Riviste pubblicate congiuntamente con il Museo: *Atti*, *Memorie*, *Natura*, *Paleontologia Lombarda*, *Rivista Italiana di Ornitologia*. Inoltre, come precedentemente detto, è costituita da pubblicazioni, libri e varie, ricevute in dono (Fig. 42) o a seguito di scambi con analoghe Istituzioni Scientifiche.

Fin dalla prima stesura del Regolamento della Società è stato previsto che la biblioteca, assieme alle altre proprietà della Società, sia donata al Museo Civico di Storia Naturale, in caso di scioglimento della Società stessa. L'articolo 38 del Regolamento Sociale attualmente in vigore recita: *«Nel caso che la Società venisse a sciogliersi, il Consiglio Direttivo proporrà ai Soci che la biblioteca, le collezioni ed ogni altro oggetto appartenente alla medesima vengano donati alla Città di Milano per il suo Museo Civico di Storia Naturale per esservi conservati sotto il titolo di "dono della Società Italiana di Scienze Naturali" e col diritto di consultazione ai Soci che erano tali all'epoca dello scioglimento...».*

Fino al 1867 le pubblicazioni ricevute venivano elencate nei verbali delle singole sedute. Nella seduta del 28 aprile 1867 si decide *«...della pubblicazione di un Catalogo della Biblioteca nel suo stato attuale e della successiva pubblicazione di supplementi annuali a detto catalogo».* Il catalogo (Fig. 43) uscirà nel 1868 e comprenderà quanto acquisito fino a tutto dicembre 1867. Esso elenca 145 pubblicazioni di Società e Accademie scientifiche (divise per Italia e Stati esteri), 11 atti e resoconti di congressi, 36 periodici diversi. Inoltre sono elencate 23 pubblicazioni di Storia Naturale in genere, 158 di Zoologia, 113 di Botanica, 47 di Paleoetnologia, 77 di Paleontologia, 52 di Mineralogia, 169 di Geologia, 32 di Fisica, 34 di Chimica, 19 di Medicina e Chirurgia, e 135 di Miscellanea. Un totale di oltre 1050 fra volumi, libri e pubblicazioni, dei più svariati argomenti scientifico-naturalistici.

Gli aggiornamenti verranno pubblicati negli *Atti*, quasi regolarmente a cadenza annuale, fino al 1942.

Di seguito vengono riportate alcune notizie di interesse storico ricavate dai verbali di varie sedute in cui sono stati trattati argomenti riguardanti la Biblioteca.

Seduta del 1° febbraio 1874: *«Infine il segretario Sordelli annuncia di avere, dietro la deliberazione presa dalla Società nell'adunanza del p. p. dicembre, e d'accordo cogli altri membri della Presidenza, assunto a servizio della Società per i lavori straordinarj richiesti dall'ordinamento della Biblioteca e pella spedizione degli Atti, ecc. il giovane signor Ettore Colombo».* (Dai bilanci consuntivi risulta che il suo stipendio ammonta a L. 300 per il 1874, L. 200 per il 1875, L. 50 per il 1876. Nel 1877 risulta sostituito dal sig. Bergomi Andrea pagato L. 200 nel 1877-78-79, L. 150 annue dal 1880 al 1888; in seguito i bilanci non furono più pubblicati).

Dalla «Relazione sullo stato morale e materiale della Società dalla sua fondazione al 30 giugno 1884» pubblicata nel Fasc. 1 del Vol. XXVIII degli *Atti*:

«Si impiegarono.... in acquisto di libri per la biblioteca sociale L. 9,083.53»

«La non lieve somma erogata in acquisto di libri perché la biblioteca sociale fosse fornita di opere del maggiore interesse, è altresì un titolo di benemerenza acquistato verso la scienza, coadiuvando in tal modo vieppiù lo studio delle ricchezze naturali del nostro suolo, concorrendo eziandio al progresso dell'umano sapere ed all'onore della patria»

«Oggidì la Società Italiana di Scienze Naturali scambia le proprie pubblicazioni con ben 117 accademie...».

Seduta del 31 maggio 1885: *«Il Presidente invita quindi il socio Molinari a formulare la sua proposta di completamento reciproco di alcune opere esistenti incomplete nella biblioteca tanto del Civico Museo che della Società. Detta proposta viene dal socio Molinari riassunta nei quattro seguenti punti:*

I. Eliminare tutti i duplicati.
II. Eliminare tutte le opere ed i fascicoli di poca importanza.
III. Mettere a confronto le opere possedute tanto dal Museo che dalla Società onde completare possibilmente un'esemplare a quella biblioteca che ha minori lacune.
IV. Autorizzare la Presidenza ad eliminare quanto essa giudicherà di nessuna importanza od inutile.

Dopo varie osservazioni dei soci Mezzena, Pini, Bellotti in generale contrarie a tali proposte, specialmente perché al momento mancano i locali necessari per eseguire un completo ordinamento della Biblioteca, il Presidente Stoppani prega il socio Molinari di accettare la mozione sospensiva, proposta da alcuni soci, al che egli annuisce».

Seduta del 28 marzo 1895: *«Il socio prof. Castelfranco domanda la parola esprimendo il desiderio che il patrimonio librario venga pure valutato nella formazione dei bilanci, tenendosene tuttavia il valore separato dal rimanente; su ciò i soci si accordano, e deliberano di capitalizzare approssimativamente il valore della Biblioteca sociale, basandosi sopra una precedente valutazione della rendita libraria annua di essa».*

Seduta del 1° dicembre 1895, intervento del socio Sen. Gaetano Negri: *«...Però non devesi dimenticare che, se la Società ha molti ed antichi obblighi verso il Museo, questo non meno deve alla Società stessa pel ricchissimo capitale di libri che questa possiede e del quale sempre il Museo fu il primo a trarre vantaggio».*

«Il Presidente poi, rispondendo ad una domanda del socio dottor P. Magretti dice che la Proprietà Sociale non verrà, dalle presenti deliberazioni (accordi con il Museo) *minimamente toccata...».*

Seduta del 27 aprile 1902: *«Indi il Presidente annuncia che il socio prof. G. Albini ha inviato alla Società, in dono, un ragguardevole numero di libri, periodici e non periodici, e di opuscoli; che essi furono già oggetto di esame per parte della Presidenza, per cui tenuto conto anche solo di quelli che vengono ad arricchire la nostra Biblioteca, si hanno:*

Periodici	*Vol. 11*
Fascicoli staccati di Periodici mancanti a noi	*Vol. 13*
Opere speciali	*Vol. 73*
Opuscoli	*Vol. 575*
In tutto	*Vol. 672*

Queste pubblicazioni trattano di Scienze naturali e principalmente di Zoologia, Fisiologia e Botanica; molte di esse pregevolissime e difficili da procurarsi.

Il Presidente ritiene quindi doveroso che la Società abbia ad inviare speciali ringraziamenti al Generoso donatore; ai quali sentimenti unanimi si associano i presenti, incaricando a tale effetto la stessa Presidenza».

Nel Bullettino bibliografico nel Fasc. 4 del Vol. XLI degli *Atti* compare la nota: *«In questo elenco non sono compresi i libri donati dal prof. comm. G. Albini; elenco che verrà inserito nel Bullettino bibliografico del prossimo Volume».* (Questo però non risulta vero e l'elenco non compare neanche successivamente.)

Seduta del 5 febbraio 1905: *«Il Presidente comunica alla Società alcune considerazioni sui numerosi cambi di pubblicazioni proposti ed in parte accettati dal Consiglio Direttivo, pubblicazioni che fanno salire ad una cifra rilevantissima il numero dei periodici e delle opere scientifiche della Biblioteca sociale».*

Seduta del 19 dicembre 1943: *«... Il dott. Parisi comunica che per l'incendio che gravemente colpì il Museo in seguito al bombardamento del 13-14 agosto la Biblioteca della Società non ebbe a soffrire alcun danno. Anche malgrado l'intenso calore sviluppatosi nei sotterranei ove essa si trovava, calore causato dallo strato di macerie accumulatosi sopra al plafone e rimasto semi-incandescente per parecchi giorni, sia i libri che gli scaffali restarono incolumi per il pronto intervento del personale del Museo che provvide all'apertura delle finestre e delle porte ed a facilitare in tutti i modi l'aereazione. Sopravvenute le piogge e l'inevitabile stillicidio d'acqua attraverso i soffitti dei sotterranei, al di sopra dei quali non esistevano più gli altri piani ed il tetto, la Biblioteca corse pericolo di essere rovinata dall'acqua. Si corse immediatamente ai ripari e per iniziativa del dott. Moltoni e col concorso volonteroso degli inservienti del Museo tutti i libri della Società che sommano a parecchie migliaia, furono trasportati nei sotterranei del corpo centrale e precisamente in quella parte che era adibita a pubblico rifugio antiaereo. I libri sono ivi disposti in pile su panche di legno, ma l'ordinamento primitivo fu inevitabilmente sconvolto ed il materiale non è quindi per ora consultabile.*

Il dott. Parisi riferisce che egli ed il dott. Moltoni hanno dovuto provvedere personalmente anche per quanto riguarda la Biblioteca, poiché il Presidente prof. Brizi è da molto tempo sfollato; indi egli chiede poi ai Soci presenti se avessero suggerimenti o proposte da fare riguardo alla Biblioteca sociale, il cui valore scientifico e finanziario è ben noto. Il dott. Micheli domanda se negli attuali locali i libri corrano pericolo di danni per la muffa. Il dott. Parisi risponde che finora non c'è alcun pericolo, ma che qualora con la bella stagione e l'aumento della temperatura si sviluppasse la muffa, si potrebbero abbattere le porte ora murate ed aprire dei vani nei tavolati in modo da arieggiare bene i locali».

Seduta del 30 aprile 1944: *«...Il Presidente comunica pure che in marzo è morto il sig. Ernesto Pelitti. Egli era stato assunto da giovane dal Conte Ernesto Turati quale curatore della sua raccolta ornitologica e quando essa dagli eredi fu donata al Museo Civico con la convenzione del 1884, il Pelitti entrò a far parte*

del personale come addetto alla collezione degli uccelli.... Fu poi addetto alla Biblioteca del Museo ed a quella della Società.... La nostra Società, alla quale prestò l'opera sua più per simpatia ed attaccamento che per lo stipendio, invero mediocrissimo, deve a lui molta riconoscenza per il perfetto ordine nel quale tenne la Biblioteca, per le cure messe nel cercare di colmare le inevitabili lacune dei numerosi periodici e per la vigile oculatezza esercitata nei prestiti...».

Seduta del 15 dicembre 1951: *«Al termine della seduta, il Presidente (Bruno Parisi) ricorda che la biblioteca sociale si trovava prima della guerra in un sotterraneo del Museo che fu per fortuna risparmiato dall'incendio del 1943. Rimasero invece distrutti i piani superiori ed il tetto, per cui i libri correvano il pericolo di rovinarsi irrimediabilmente a causa delle infiltrazioni dell'acqua piovana. Ad evitare ciò, il Dott. Moltoni provvedeva, ancora nell'agosto 1943, a far trasportare l'intera biblioteca nel sotterraneo sottostante all'atrio dell'edificio, da dove, nel 1947, essa venne traslocata in un salone del secondo piano. Quivi essa fu messa in condizione di essere consultata per opera del Dott. Vialli che ne aveva diretto anche il trasporto effettuato per intero dal personale del Museo. Ricostruito il corpo centrale del Museo, fu scelta come sede definitiva della biblioteca sociale il grande salone del quarto piano, lo stesso in cui sono stati riordinati e sistemati i libri ed i periodici del Civico Museo. In detto salone, vennero trasportati le opere, la miscellanea e, nell'estate 1951, per disposizione del Dott. Moltoni, la massima parte dei periodici che trovarono una decorosa sistemazione in capaci scaffali nuovi. Per l'operazione di ripulitura, trasporto e riordinamento, che richiese alcuni mesi di faticoso lavoro, il Direttore mise gentilmente a disposizione gli inservienti del Museo, e diede l'incarico al Dott. Vialli di sovrinterdervi in ogni fase. Collaboratori particolarmente preziosi in questa definitiva sistemazione della biblioteca sociale furono la nuova bibliotecaria Dott. Perini e l'inserviente della biblioteca R. Bernardoni. Ben 540 periodici furono in tal modo messi a posto, ognuno con un nuovo numero d'ordine e con il rispettivo schedone aggiornato di consistenza e tutti iscritti nel nuovo e moderno schedario alfabetico. Dopo queste spiegazioni, il Presidente invita i soci a visitare la biblioteca sociale. Al termine della visita, i soci espressero verbalmente il loro compiacimento ed i loro rallegramenti per il grande e paziente lavoro compiuto, per l'accurato ordinamento dell'ingente massa dei periodici».*

Attualmente il patrimonio librario della Società è fisicamente diviso in tre differenti locazioni, all'interno del Museo:

- nel locale al piano rialzato adibito a ufficio della SISN è disponibile una raccolta completa di *Atti*, *Memorie*, *Natura*, *Paleontologia Lombarda* e *Rivista Italiana di Ornitologia*. Di tale raccolta sono stati compilati nel 1998 gli indici cronologici e per autore di tutti gli articoli contenuti; tali indici sono costantemente aggiornati e sono disponibili sia su floppy disk o CD, sia sul portale Internet della Società;
- in un locale seminterrato del Museo sono immagazzinate tutte le ulteriori copie disponibili delle cinque testate; di questo patrimonio è stata recentemente completata la risistemazione fisica negli armadi, al fine di ottimizzare lo spazio e con l'occasione si è provveduto al suo inventario, che ha evidenziato la presenza di oltre 92.000 fascicoli;
- nella Biblioteca del Museo, al quarto piano, si trovano infine tutte le raccolte di periodici e volumi/fascicoli non periodici ricevuti in dono, o in cambio, o acquistati dalla Società fino dalla sua fondazione. Tale materiale è a disposizione per la consultazione da parte del pubblico assieme al patrimonio librario di proprietà del Museo. Esso è stato catalogato con segnature particolari che ne permettono l'identificazione come proprietà della Società. Inoltre il personale della Biblioteca del Museo ha preso in carico la gestione degli scambi tuttora attivi della Società con altre Istituzioni, che ammontano a 236 (59 in Italia e 177 all'Estero).

Pur non essendosi trovato alcun documento specifico relativo al passaggio della gestione della Biblioteca SISN dalla Società al Museo, è presumibile che ciò sia avvenuto nel trasferimento al quarto piano completatosi nell'estate 1951. Fino ad allora sembra evidente, da tutti i documenti, che la Biblioteca della Società fosse fisicamente separata da quella del Museo, gestita autonomamente e destinata alla consultazione dei Soci. Dagli elenchi del Direttivo SISN pubblicati sugli *Atti* si sono ricavati i seguenti nominativi che nel tempo hanno ricoperto la carica di Bibliotecario SISN:

- Pelitti Ernesto (dal 1913 al 1924)
- Setti Dora (dal 1932 al 1946)
- Bernardo Elena (dal 1949 al 1950)
- Perini Lucia (dal 1952 al 1954)
- Krüger Malia (dal 1955 al 1964)
- Schiavone Mario (dal 1965 al 1992)
- Berti Alberto (dal 1998)

Va tenuto presente che la Biblioteca del Museo fino agli anni Sessanta (del XX secolo) era destinata alla consultazione esclusiva del personale del Museo (il Museo fu riaperto al pubblico definitivamente solo nel 1963, dopo la distruzione del 1943, ma già dal 1952 furono aperti due saloni provvisori).

Nel febbraio del 1999 la Biblioteca del Museo chiede alla SISN di prendersi in carico numerosi scatoloni di pubblicazioni della SISN non prese in carico dal Museo, giacenti nei locali della Biblioteca stessa.

Con l'occasione si è deciso di sfruttare le informazioni contenute nel primo Catalogo della Biblioteca pubblicato nel 1868 e nei successivi aggiornamenti apparsi sugli *Atti* fino al 1942. Tutti i titoli delle pubblicazioni non periodiche sono stati caricati su computer per poterli agevolmente consultare. Ne è risul-

tato un elenco di 4833 titoli, che vanno dal foglio singolo all'opera in vari volumi.

Degli 884 titoli ritirati dalla Biblioteca, 289 titoli si sono accoppiati con la lista ricavata dagli Atti.

Di quelli non accoppiati si sono evidenziati:

- 69 titoli del lascito Giuseppe Albini (1902)
- 26 titoli del lascito Vittorio Ronchetti (1953)
- 27 titoli del lascito Lucio Micheli (1951)
- 5 titoli del lascito Eugenio Monreale (1952)
- 381 titoli con data di acquisizione anteriore al 1942 (questo fa supporre che gli elenchi pubblicati sugli *Atti* siano lacunosi, anche se non si può dire in quale misura)
- 87 titoli con data posteriore al 1942.

(A.B.)

N.° 245.

Società Italiana

DI

Scienze Naturali

Milano, il 3 febbrajo 1861.

La Società Italiana di Scienze Naturali ha ricevuto l'opere che la S. V. ebbe la bontà di indirizzarle, intitolate:

Notizie di scienze naturali e straordinaria apparizione di insetti e osservazioni durante l'eclisse solare del 1860

Io ho l'onore di trasmetterle i suoi più vivi ringraziamenti. Quest'opere furono deposte nella Biblioteca della Società e saranno annunciate nella lista dei doni pubblicata ne' suoi Atti.

Ho l'onore di essere colla più distinta stima,

della S. V.

Umil.^{mo} e dev.^{mo} servo

il Segretario

G. Omboni

Al Chiarissimo

Sig. Antonio Villa

Fig. 42 - Lettera della SISN (3 febbraio 1861) di ringraziamento per una pubblicazione ricevuta in dono.

SOCIETÀ ITALIANA

DI

SCIENZE NATURALI

CATALOGO DELLA BIBLIOTECA

A TUTTO DICEMBRE 1867.

MILANO

TIPOGRAFIA DI GIUSEPPE BERNARDONI

1868.

Fig. 43 - Frontespizio del primo catalogo della Biblioteca SISN, 1868.

DALL'ARCHIVIO STORICO

Rapporti e scambi con Istituzioni scientifiche

I rapporti e lo scambio di dati, informazioni e pubblicazioni con Istituzioni scientifiche analoghe, italiane e straniere, iniziati nei primi anni dell'Unità d'Italia, sono ampiamente documentati nell'Archivio Storico da corrispondenze intercorse, per richieste di pubblicazioni per scambi e da conferme di ricezione e di donazioni.

A tal riguardo venne istituzionalizzata la qualifica dei Soci Corrispondenti (Fig. 44), *«persone distinte nella scienza geologica e nelle altre scienze naturali, le quali sieno dimoranti fuori del Regno Lombardo-Veneto, e dalle quali possano attendersi utili comunicazioni sui loro studii ed esperienze»* (dal Regolamento Generale del 24 luglio 1858). Un biglietto di ringraziamento per l'onore di essere stato nominato *Corresponding Member*, indirizzato al Vice Segretario Omboni, con l'autografo di Charles Darwin, è datato 26 novembre 1868 (Fig. 13).

Nel settembre 1906 la SISN, festeggiando il giubileo della sua prima riunione, offre ai suoi Soci, alle Società consorelle e ai Membri del Congresso dei naturalisti italiani l'elenco completo degli Istituti Scientifici Corrispondenti, testimonianza *«di quanto essa fece per la scienza in cinquant'anni di vita operosa - dal ricordo del passato traendo auspici per l'avvenire»* (da: Elenco Soci- Istituti Corrispondenti- Indice Generale). Vi sono elencate, divise per Paese (Africa, America del Nord [Stati Uniti], Messico, America del Sud, Australia, Austria-Ungheria, Belgio, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, India, Italia, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Russia e Finlandia, Spagna, Svezia, Svizzera) 183 Istituzioni più una aggiunta di 83 con le quali per cause varie lo scambio fu interrotto.

Molto significativa è la grande e qualificata diffusione che i periodici della SISN hanno avuto in Italia e in tutto il mondo; nel 1973 gli interscambi avvenivano con ben 580 istituzioni scientifiche, di cui 114 in Italia, 259 nelle restanti nazioni europee, molte delle quali dell'Est, 125 nelle due Americhe, specie negli USA, 27 in Africa e 55 in Asia e Australia.

Questo imponente movimento assicurava, ed assicura ancor oggi, una non comune diffusione ai lavori editi nelle Riviste della SISN, costituendo sempre un valido contributo alla promozione e diffusione delle ricerche scientifiche.

Nell'Archivio storico sono conservati alcuni elenchi manoscritti:

- «Giornali, Atti, Memorie ed altre Opere Periodiche che la Società riceve in dono o in cambio de' suoi Atti» - 1865 (sono elencate 75 istituzioni, di cui 30 italiane) (Fig. 45).
- «Libri arrivati in dono od in cambio alla Società nei mesi di gennaio e febbraio 1865» (elenco di 37 libri e riviste).
- «Istituti Scientifici Corrispondenti Dal 1896 al ... - Loro indirizzi particolareggiati per l'invio degli *Atti*» (divisi per Nazione).

Circa i rapporti con alcune delle principali Istituzioni scientifiche, selezionando fra i documenti dell'Archivio, risultano scambi iniziati già nel 1866, con gli USA: The Smithsonian Institution - Washington City (Fig. 46), Boston Society of Natural History - Boston (Fig. 47); inoltre: The Carnegie Museum - Pittsburgh, Pennsylvania (1911) (Fig. 48); Department of the Interior - United States Geological Survey e American Academy of Arts and Sciences - Washington (Figg. 49-50); questi ultimi, essendo datati 1918, portano il timbro «Verificato per Censura, Genova Posta Estera».

Pure al 1866 risalgono i primi contatti con la Francia, in occasione di un Congresso organizzato dalla Società, una sessione del quale si sarebbe tenuta l'anno successivo a Parigi durante l'Exposition Universelle (Fig. 51): Institut Impérial de France - Académie des Sciences, Paris - 1868 (Fig. 52); Societé Nationale d'Acclimatation de France, Paris - 1884 (Fig. 53).

Vengono così attivati scambi con numerose altre Istituzioni Scientifiche straniere e italiane:

- Societé Hollandaise des Sciences, Harlem - 1880 (Fig. 54)
- Royal Society of London, London - 1869 (Fig. 55) e British Museum (Natural History), London - 1898 (Fig. 56); Royal Dublin Society, Dublin - 1880 (Fig. 57)
- Societé Bulgare des Sciences Naturelles, Sofia - 31 dec. 1900 (in calce una nota a matita: «Risposta dal Prof. Sordelli scusandosi di non poter aderire al chiesto cambio per la difficoltà di intendere la lingua russa») (Fig. 58)
- Societé Imperiale des Naturalistes de Moscou, Moscou - 1869 (la busta con il sigillo porta i timbri postali di Mosca, Torino e Milano) (Fig. 59) e Jardin Imperial de Botanique, St. Petersbourg - 1879 (Fig. 60)
- Geological Survey of India – Geological Museum Calcutta - 1880 (Fig. 61)
- Tokyo Teikoku-Daigaku (Imperial University of Tokyo), Japan, datata 20 june, 43 Year of Meiji (1910) (in caratteri giapponesi con traduzione inglese) (Fig. 62)
- The Australian Museum, Sydney - 1898 (Fig. 63) e Queensland Museum - Brisbane - 1914 (Fig. 64)
- I. R. Accademia degli Agiati in Rovereto - 1896 (Fig. 65); Società Italiana delle Scienze (detta dei XL) - 1879 (Fig. 66); Società Africana d'Italia - Napoli - 1883 (Fig. 67).

Inoltre per l'Italia e Colonie ci furono comunicazioni di scambi con organismi governativi: Ministero della Pubblica Istruzione - Provveditorato per l'Istruzione Artistica, Roma - 1879; Prefettura della Provincia di Milano, Milano - 1876; Governo della Colonia Eritrea - Direzione di Colonizzazione, Asmara - 1914 (Fig. 68).

Sempre al riguardo della documentazione relativa agli scambi, esiste nell'Archivio storico SISN, una raccolta di oltre 700 cartoline postali (fra l'altro di valore postale-storico, per gli annulli e i vari tipi di stampa) dal 1883 agli anni della seconda Guerra Mondiale, provenienti oltre che da varie parti d'Italia (oltre 500), da 26 paesi stranieri: 15 europei, 6 americani, asiatici (Sarawak e Giappone), africani (South Africa e Cape of Good Hope) e Australia.

Un album raccoglie una selezione di 120 cartoline, fra le più significative (Fig. 69).

Documentazione finanziaria

I primi documenti amministrativi manoscritti esistenti in Archivio sono i seguenti:

- elenco spese per l'istituzione della Società fatte dall'Ing. Robiati (dal 1855) fino al 30 novembre 1858 (cartelletta n. 53 della Società Geologica residente in Milano);
- rapporto amministrativo per i primi due anni sociali 1858-59 e 1859-60, con elenco «Socj» in mora del pagamento (Fig. 70);
- rendiconto amministrativo pel 1862 (cassa principale - Barbò; cassa della Presidenza - Omboni; riepilogo, con le firme di tutti i componenti del Consiglio d'Amministrazione).

Seguono, a partire dal 1863 (Fig. 71), i Bilanci Preventivi e Consuntivi annuali, manoscritti e stampati, con le firme dei componenti i Consigli d'Amministrazione.

Corrispondenza e fatture con tipografie, editori e fornitori vari

Varie case tipografiche ed editoriali si sono avvicendate nella vita societaria. Abbiamo selezionato alcuni documenti, che riflettono i rapporti con esse, i problemi di sempre (anche ora in fase di computerizzazione), legati ai costi, ai contratti, alle difficoltà per la stampa e ai tempi di esecuzione (Figg. 72-75e). Segue una selezione di fatture e lettere, con le vistose e a volte pittoresche carte intestate e le scritture dell'epoca (Figg. 76-79b).

(A.F.)

SOCIETÀ ITALIANA
DI SCIENZE NATURALI

N°

Milano li

Chiarissimo Signore

La Società italiana di scienze naturali, nella speranza di ottenere anche la valida cooperazione di dotti non italiani nel procurare il progresso degli studj relativi alle scienze naturali in Italia, li aggrega a sè come Socj corrispondenti.

Essendo ora stata la S. V. annoverata fra questi Socj, adempio con piacere l'incarico di mandarle il relativo Diploma, aggiungendo nella pagina seguente un estratto di quelle parti del Regolamento che risguardano i Socj corrispondenti.

Ho l'onore di dirmi

Di Lei devot.mo Servo

Al Chiarissimo Signore

Segretario

Fig. 44 - Facsimile della lettera di nomina a Socio Corrispondente.

[illegible]

Giornali, Atti, Memorie
ed altre Opere Periodiche
che la Società riceve in dono e in cambio de' suoi Atti

1865

1 Atti dell'Ateneo di scienze, lettere ed arti di Milano

2 Atti dell'Ateneo Veneto

3 { Atti dell'I. R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Venezia
{ Memorie dello stesso I. R. Istituto Veneto ecc. Venezia

4 Atti della R. Accademia dei Georgofili. Firenze

5 Atti del R. Istituto d'incoraggiamento delle scienze naturali in Napoli

6 Atti dell'Accademia Reale di scienze e lettere di Palermo

7 Atti della Società d'acclimazione ed agricoltura in Sicilia. Palermo

8 Atti della società Elvetica di scienze naturali, pubblicati ora in francese, ora in tedesco ed ora in italiano, a seconda della sede d'ogni riunione ~~ordi-~~ ~~-naria~~ generale annuale della Società

9 Accademia Olimpica di scienze e lettere di Vicenza

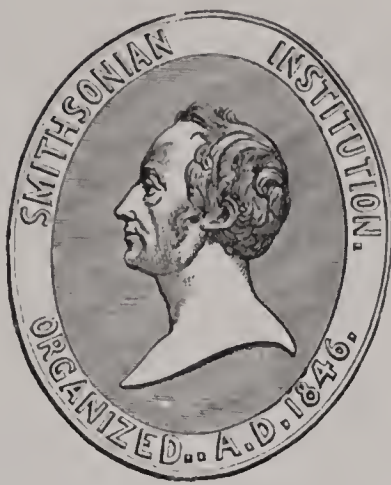
10 Accademia Gioenia di scienze e lettere di Catania

11 Annali d'agricoltura compilati dal dottore Gaetano Cantoni. Milano

12 Annali dell'accademia degli Aspiranti Naturalisti. Napoli

Fig. 45 - Prima pagina dell'elenco del 1865 delle pubblicazioni periodiche ricevute dalla SISN in dono o in cambio dei suoi *Atti*.

The Smithsonian Institution,

SMITHSONIAN INSTITUTION. ORGANIZED A.D. 1846.

has received from the Società Italiana di Scienze Naturali, Milano,

Atti. Vol VIII, 1, 2.

a gift for which it returns a grateful acknowledgment.

Joseph Henry

Sec. Sm. Instn

Smithsonian Institution,

Washington City, U. S. A., January 5, 1866

Fig. 46 - «The Smithsonian Institution», Washington City, USA (January 5, 1866).

BOSTON SOCIETY OF NATURAL HISTORY.

To the Secretary of the Società Italiana di Scienze Naturali,
Milano

Boston, U. S. A., May 25 1866.

Sir:

I beg to inform you that I have, this day, transmitted to you for presentation to the

Società Italiana di Scienze Naturali,

a parcel containing

~~Memoirs: Vol: I, Part 1,~~

Proceedings: Vol.: X, Sign. 1–18, Annual Report, 1865,

of the Boston Society of Natural History, and request its acceptance in the name of the Society.

I have the honor to be, Sir,

Your most Obedient Servant,

S. L. Abbot

Corresponding Secretary.

We send our publications regularly now, with the hope that you will enter into a permanent exchange with us.

Fig. 47 - «Boston Society of Natural History», Boston, USA (May 25, 1866).

THE CARNEGIE MUSEUM.

(DEPARTMENT OF THE CARNEGIE INSTITUTE.)

ALL CORRESPONDENCE
SHOULD BE ADDRESSED
TO THE DIRECTOR,
W. J. HOLLAND.

Pittsburgh, Pennsylvania, U. S. A. November 1, 1911.

Società di Scienze Naturali,

Milano, Italy.

Gentlemen;- *I am authorized by the Trustees of the Carnegie Institute to acknowledge with thanks your gift named within, which you have been so good as to present to the Carnegie Museum.*

I am

Your obedient servant

THE CARNEGIE INSTITUTE
HONOS ALIT ARTES
FREE TO THE PEOPLE

W. J. Holland

Director.

Fig. 48 - «The Carnegie Museum», Pittsburgh, Pennsylvania, USA (November 1, 1911).

DEPARTMENT OF THE INTERIOR
UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY
WASHINGTON

LIBRARY

February 26, 1918.

Società Italiana di Scienze Naturali,

Milano, Italia.

Dear Sirs:

I have pleasure in acknowledging the receipt for the Library of the United States Geological Survey of your Memorie vol. viii, no. 3, and to thank you cordially for your continued courtesies.

Permit me to take this occasion to say that of the series of your Memorie this Library has failed to receive the following numbers:

Vol. 6, nos. 2, 4, and following,
Vol. 7, no. 2, and following,
Vol. 8, no. 2.

I would be much pleased to receive these numbers in order that the file may be complete. I hope that it may be possible for you to forward them, although I recognize that there are many difficulties in the way of transportation of books in these sad days.

Very truly yours,

J. L. V. McCord

Librarian.

Miss Julia L. V. McCord.

Fig. 49 - «Department of the Interior - United States Geological Survey», Washington (February 26, 1918).

AMERICAN ACADEMY OF ARTS AND SCIENCES
28 NEWBURY STREET
BOSTON

March 21, 1918

Segretaria della
Societá italiana di scienze, Milan.

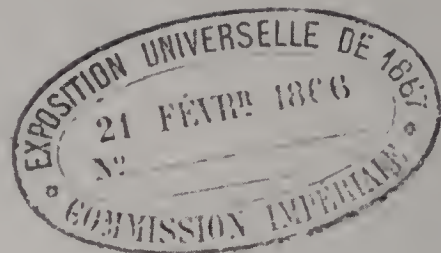
Sir;

We have not received Vol. 56, fasc. 1, 2, of your Atti, which we shall be very glad to have you send us, so that we may bind the volume.

Very truly yours,
H. W. Holden
Assistant Librarian.

Fig. 50 - «American Academy of Arts and Sciences», Boston (March 21, 1918).

EXPOSITION UNIVERSELLE
DE 1867
À PARIS.

COMMISSARIAT GÉNÉRAL.

N° 1253.

Les lettres adressées au Commissaire général ne doivent pas être affranchies.

4673

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867
21 FÉVR. 1866
N°
COMMISSION IMPÉRIALE

COMMISSION IMPÉRIALE.

Paris, Palais de l'Industrie, porte n° 4.
le 19 février 1866.

Monsieur le Président,

Vous avez bien voulu m'adresser au nom de la Société italienne des Sciences naturelles un exemplaire de l'arrêté de fondation d'un Congrès paléoethnologique.

Je vous suis fort obligé de cette attention et j'ai pris connaissance de votre circulaire avec un grand intérêt. Je me félicite vivement de la pensée indiquée à l'article 4 et conformément à laquelle une session de votre Congrès se tiendrait en 1867 à Paris pendant la durée de l'Exposition Universelle. La Commission Impériale ne pourrait qu'applaudir à un projet de cette nature qui viendrait compléter de la manière la plus heureuse l'exposition antéhistorique qu'elle cherche à organiser.

Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée

Le Conseiller d'État,
Commissaire général

F. Le Play

Monsieur le Professeur Emilio Cornalia,
Président de la Société italienne des Sciences naturelles
à Milan

N. 4.

Fig. 51 - «Exposition Universelle de 1867 à Paris - Commission Impériale», (19 février 1866).

Institut Impérial
DE FRANCE.
Académie des Sciences.

Paris le 10 octobre 1868

Le Secrétaire perpétuel de l'Académie
A Monsieur le Président de la Société Italienne
des Sciences Naturelles.

Monsieur le Président,

L'Académie a reçu les ouvrages que vous avez bien voulu lui adresser, intitulés: 1° Actes de la Société T. X fascicule 3 - T. XI fasc. 1r — 2° Mémoires de la Société T. II n° 7 - T. III n° 2. 3. 4.

J'ai l'honneur de vous transmettre ses remerciments.

Ces ouvrages ont été déposés dans la Bibliothèque de l'Institut.

Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée,

Dumas

Fig. 52 - «Institut Impérial de France - Académie des Sciences», Paris (10 octobre 1868).

SOCIÉTÉ NATIONALE
D'ACCLIMATATION
DE FRANCE
FONDÉE LE 10 FÉVRIER 1854
RECONNUE ETABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR DÉCRET DU 26 FÉVRIER 1855
SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ: RUE DE LILLE, 19, A PARIS (HÔTEL LAURAGUAIS)

Spedito col
Vol. 27 a
½ Hoepli

Paris 24 nov. 1884

Monsieur

En réponse à la lettre circulaire que vous nous adressez j'ai l'honneur de vous faire connaître que nous ne possédons pas en double les fascicules 7 à 16 du Vol. XVIII année 1875.

Je saisis cette occasion pour vous signaler les lacunes suivantes

1° du Vol XIV. il nous manque le fascicule 2.
2° du Vol XIX nous ne possédons que les fascicules 1, 2, 3.
3° du Vol XXIII. nous n'avons que les fascicules 1, 2.

Nous serions heureux, Monsieur, qu'il vous fût possible de compléter ces lacunes et je vous prie d'agréer, avec l'expression anticipée de nos remerciements, l'assurance de ma considération distinguée

L'Agent Général de la Société
Grisard.

Monsieur le Président de la Société Italienne des Sciences Naturelles à Milan —

Fig. 53 - «Société Nationale d'Acclimatation de France», Paris (24 nov. 1884).

SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES

Harlem, ce 20 Décembre 1880

Monsieur!

La Société Hollandaise des Sciences à Harlem m'a chargé de vous faire parvenir un exemplaire des

Natuurkundige Verhandelingen 3me Serie T

Archives Néerlandaises T XV 1,2,3. 4. 5

Programme pour l'année

qu'elle vient de publier.

J'ose réclamer de votre complaisance un avis de reception et je vous prie d'agréer l'assurance de ma considération la plus distinguée,

Le Secrétaire Perpétuel,

E. H. von Baumhauer

à la Società Italiana di Scienze Naturali

Milan

Fig. 54 - «Société Hollandaise des Sciences», Harlem (20 Décembre 1880).

Royal Society of London,
BURLINGTON HOUSE.

March 1 1869

Sir

I am directed by the Royal Society to express their thanks for Memorie tomo 2 no 7
tomo 3 no 2-4
Atti vol 10 fasc 3 vol 11 fasc. 1 —

and to assure You that the Society duly appreciate this mark of consideration.

I have the honor to be
Sir
Your obedient Servant
W. H. Miller
Foreign Secretary.

To the Secretary
Società Italiana di Scienze Naturali

Fig. 55 - «Royal Society of London», Burlington House (March 1, 1869).

356

DIEU ET MON DROIT

British Museum (Natural History)
Cromwell Road, London S.W.

13th April, 1898

Sir,

I am directed by the Trustees of the British Museum to acknowledge the receipt of the publication mentioned on the other side, which the Società Italiana di Scienze naturali, Milano, has been so good as to present to them, and I am to request that you will convey to the Council of the Society the expression of the best thanks of the Trustees of the British Museum for this donation.

I have the honour to be
Sir,
Your obedient Servant.

C. E. Fagan
for the Director

The Secretary,
Società Italiano
di Scienze naturali,
Milano.

Fig. 56 - «British Museum (Natural History)», London (13th April, 1898).

ROYAL DUBLIN SOCIETY.

KILDARE-STREET, DUBLIN,
Oct 28th ~~September~~, 1880.

SIR,

I am directed to inform you that the undermentioned Publications of this Society have been forwarded, per post

as a donation to the Library of the

Società Italiana di Scienze Naturali

and to solicit, in exchange, the Publications issued by your Society.

I am, Sir,

Your obedient Servant,

Richard J. Moss

Registrar.

The Secretary,

Società Italiana di Scienze Naturali

Milan

PUBLICATIONS FORWARDED.

TRANSACTIONS,	.. ..	Vol. I., Parts 1 to 12, inclusive.
,,	.. ..	,, II., ,, 1 and 2, ,,
PROCEEDINGS,	.. ..	Vol. I., ,, 1 to 3, ,,
,,	.. ..	,, II., ,, 1 to 6, ,,
~~JOURNAL OF THE ROYAL DUBLIN SOCIETY~~,	..	~~Vol. VII., No. 45, concluding Part~~.
		(*Publication of the* JOURNAL *discontinued.*)

Fig. 57 - «Royal Dublin Society», Dublin (Oct. 28, 1880).

Société Bulgare des Sciences Naturelles.

Природоизпитателно дружество

№ 157

.... день 189... г.

София

Sofia, 31 Décembre 1900

A Monsieur

Président de la "Società Italiana di Scienze naturali".

Honorable Monsieur!

Nous avons l'honneur de vous expédier les ouvrages parus de la Société et nous vous prions de vouloir bien nous envoyer réciproquement les vôtres.

Agréez, Monsieur, nos salutations distinguées.

Président: G. N. Zlatarski

Secrétaire: W. Diakonitch

[illegible]
6/2. 1901

Fig. 58 - «Société Bulgare des Sciences Naturelles», Sofia (31 Décembre 1900).

Société Impériale des Naturalistes de Moscou.

Moscou le 8/20 Janvier 1869

Monsieur

La Société Impériale des Naturalistes de Moscou a reçu les ouvrages que Vous avez bien voulu lui adresser, intitulés:

Memorie della Società italiana di scienze naturali. Tomo II N° 7. Tomo III N° 2, 3, 4. Milano 1867 in 4°. (N° 1 du Tome 3 manque.) Atti della Società italiana di scienze naturali. Vol. X fasc. 3, fogli 18-29. Vol. XI, fasc. 1, 2. Milano 1867-68 in 8°.

J'ai l'honneur de Vous transmettre ses remercimens empressés.

Ce ouvrage été déposé dans la Bibliothèque de la Société et ser annoncé dans la liste des dons publiée dans ses Bulletins.

J'ai l'honneur d'être avec la plus parfaite considération

Monsieur

Votre très humble et très obéissant serviteur

Le Secrétaire

№ 33.

à Monsieur le Docteur Camile Marinoni, Secrétaire de la Société italiane des sciences naturelles à Milan

Mr. Auerbach est mort et à rayer dans Votre liste des membres

Fig. 59 - «Société Impériale des Naturalistes de Moscou», Moscou (20 Janvier 1869).

DIRECTEUR
DU JARDIN
IMPÉRIAL
DE BOTANIQUE.

ST. PÉTERSBOURG.
Le 4 Mars 1879

N° 384

A la Société Italienne des sciences naturelles
à
Milan, Italie.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société Italienne des sciences naturelles à Milan

de la part du Jardin botanique IMPÉRIAL de St.-Pétersbourg un exemplaire de Acta Horti Petropolitani: T. V. fasc. 2.

que cet institut vient de publier.

Ayez la bonté de m'accuser la réception de l'envoi de

et de faire parvenir en échange au Jardin botanique IMPÉRIAL vos ouvrages (éditions) concernant la botanique.

Le Directeur E. Regel

Fig. 60 - «Jardin Impérial de Botanique», St. Petersbourg (4 Mars 1879).

GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA.

GEOLOGICAL MUSEUM, CALCUTTA.

To

The Secy., Società Italiana di Scienze Naturali. Milano.

Sir,

Under instructions from His Excellency the Governor-General of India in Council, I have the honour to forward herewith for the Library of the Society

Memoirs of the Geological Survey of India, Vol. Part
Ditto ditto (Palæontologia Indica), Series Part
Records of the Geological Survey of India, Vol. Part
} as per list on the reverse.
Manual of the Geology of India, pts. I.–II. & map.

I have also the honour to state that the succeeding Volumes will be regularly forwarded, in the confident hope that the objects of this Institution may be obligingly promoted by an exchange of your valuable publications for its Library.

I have the honour to be,
Sir,
Your most obedient Servant,

H. B. Medlicott

W.R.B. *Superintendent of the Geological Survey of India.*

Geological Survey Office,
Calcutta,
18th *day of* March *1880*.

Govt. Central Press.–No. 18 S. G. S. (4173).–19-2-77.–1,000.

Fig. 61 - «Geological Survey of India - Geological Museum», Calcutta (18 marzo 1880).

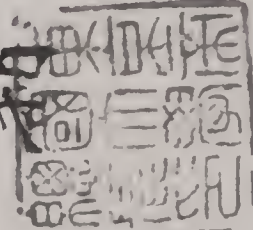
(*Translation*)

TOKYO TEIKOKU-DAIGAKU,

(Imperial University of Tokyo),

Tokyo, Japan, 20. June, 42. *Year of Meiji* ([illegible])

Al Signor Presidente della [illegible]

Italiana di [illegible]

In behalf of Tokyo Teikoku-Daigaku, I have the honour to acknowledge the receipt of the publications, which you have kindly presented to the University, and beg to express my hearty thanks for the same.

Your valuable donation will be presented in the Library and placed at the disposal of scholars.

Yours very respectfully,

Baron *A. Hamao*, LL. D. (*Cantab.*),

President.

明治四十三年六月廿日

東京帝國大學總長男爵濱尾新

Al Signor Presidente della Società Italiana di [illegible]

Fig. 62 - «Tokyo Teikoku-Daigaku» (Imperial University of Tokyo: 20 June, 1910).

No.

The Australian Museum.
Sydney Aug. 29th 1898

Sir

I am instructed by the Trustees of the Australian Museum to acknowledge the receipt of the ~~Donation~~ Publication mentioned on the following page, which you have been pleased to present to them and I am further directed to convey to you the expression of their grateful acknowledgement and best thanks for the same.

I have the honor to be
Sir
Your most Obedient Servant
C. Sinclair
Secretary & Librarian

To
Società Italiana di Scienze Naturali
Milano

Fig. 63 - «The Australian Museum», Sidney (Aug. 29th, 1898).

Queensland Museum

ALL COMMUNICATIONS TO BE ADDRESSED TO THE DIRECTOR.

Brisbane 25th March. *1914*.

Q. M. 14/329.

Sir,

In reply to your request for Volume 1 of the Memoirs of the Queensland Museum I have pleasure in forwarding you a copy of the same which I trust will arrive safely.

Kindly acknowledge on the accompanying card.

I have the honour to be,

Sir,

Your obedient Servant,

R Hamlyn Harris.

Director of the Queensland Museum.

The Librarian,

Societa Italiana di Seuze Naturali,

Palazzo del Museo Civico-Corso Venezia,

Milano. ITALY.

Fig. 64 - «Queensland Museum», Brisbane (25th March, 1914).

I. R. ACCADEMIA DEGLI AGIATI
IN
ROVERETO

già inserita nell'elenco dei corrispondenti

N.ro 151
IV

Rovereto li 16/3 1896

Spettabile Presidenza

Grazie alla gentilezza dell'Egregio nostro Socio Prof. Agostino Bonomi, l'I. R. Accademia degli Agiati è venuta in possesso della risposta data a nome di codesta onor. Società, in data 12 corr., al medesimo sig. Bonomi e vertente sullo scambio degli Atti.

Questa Presidenza non può a meno di ringraziare sentitamente codesta onor. Società per la arrendevolezza da Essa mostrata, in ciò e darà tantosto ordine onde Le vengano inviati tutti i nostri Atti accademici fino ad ora pubblicati ed anche i successivi mano mano verranno alla luce, attendendo per essi il promesso ricambio.

Intanto colla massima osservanza mandiamo un collegiale saluto

P.S. Dei nuovi atti mancano quelli degli anni 1883, 1891, 1892 e 1893.

Fedrigotti

prof. Ad. Zanoni

Alla Spettabile Presidenza
della Società Italiana di Scienze naturali
Milano

Fig. 65 - «I. R. Accademia degli Agiati», Rovereto (16/3 1896).

SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE (DETTA DEI XL)

Bibliotecario
IL ~~SEGRETARIO~~

Roma (S. Pietro in Vincoli)
23 marzo 1879

Spediti il 5/4 79
i 2 fascicoli richiesti
N. Pini

Ill.mo Signore

Alla Biblioteca della Società Italiana delle Scienze (detta dei XL) non sono pervenuti i primi due fascicoli del vol. XX degli Atti di cotesta Società; prego quindi caldamente la S. V. Ill.ma a voler colmare la lacuna esistente in così preziosa pubblicazione.
Con anticipati ringraziamenti me le protesto

Al Segretario Sordelli
perchè verifichi e provveda

Devotissimo
L. Cremona

All'Illustre
Società Italiana
di scienze naturali
Milano

Da ritornarsi all'ufficio della
Società It. di Sc. Nat.
Il Segretario Pini

Fig. 66 - «Società Italiana delle Scienze (detta dei XL)», Roma (23 marzo 1879).

SOCIETÀ AFRICANA
D'ITALIA
Via Nuova Monteoliveto, 25
NAPOLI

Napoli 9 Aprile 1883

Egregio Signore

Nell'interesse della Biblioteca di questa Associazione che ho l'onore di presiedere la prego voler far lo scambio delle pubblicazioni di codesta Società colla nostra, e per incominciare questa Segreteria Le invierà i fascicoli del nostro bollettino –

Nella certezza di veder accolta la mia proposta colgo l'occasione per esternarle i sentimenti della mia più distinta stima e considerazione

Il Vice Presidente
Nicola Lazzaro

Mandata l'accettazione

Illus.
Sig.r Direttore del Museo Civico
Milano

Fig. 67 - «Società Africana d'Italia», Napoli (9 aprile 1883).

GOVERNO DELLA COLONIA ERITREA

DIREZIONE DI COLONIZZAZIONE

N. di protocollo 2124

» di posizione 19

Risposta a

delli n.

OGGETTO

Richiesta di pubblicazioni

Asmara, li 4 Maggio 1914

Fo il pregio di rivolger viva preghiera a V.S. di volermi far tenere una copia dello statuto costitutivo della Società ed un numero di saggio del Bollettino.=

Con anticipati ringraziamenti e perfetta osservanza.=

IL DIRETTORE

[illegible]

Carte annesse n.

On. Signor
Segretario della Società
italiana di Scienze
naturali

MILANO

12/.. [illegible]

spediti Fasc. 1-2 Vol V Natura e Statuto sociale con circolare per indirizzi a Soci ed abbonati

Fig. 68 - «Governo della Colonia Eritrea - Direzione di Colonizzazione», Asmara (4 maggio 1914).

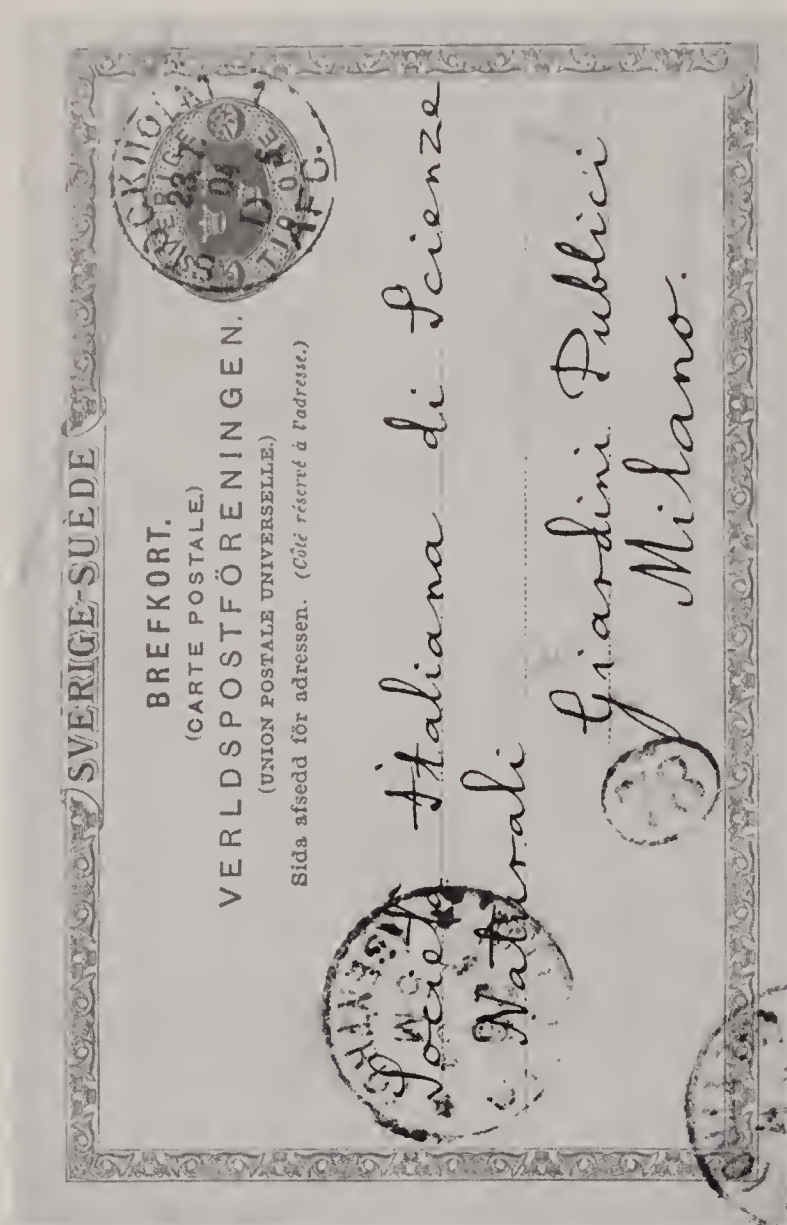
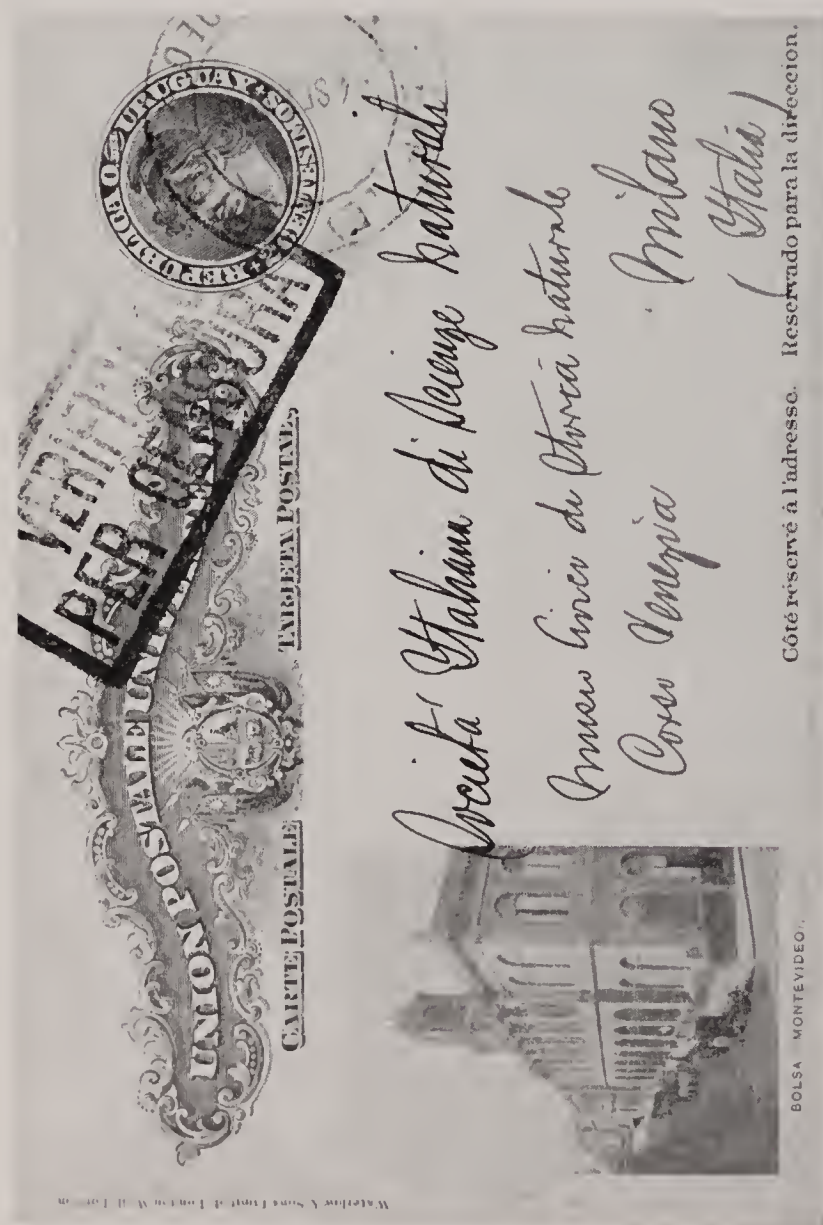



Fig. 69 - Foglio dell'Album di raccolta di cartoline postali di corrispondenza con Istituzioni scientifiche in Italia e Paesi esteri.

SOCIETA' ITALIANA
DI
SCIENZE NATURALI
n. —

Rapporto amministrativo
per i primi due anni sociali
1858-59 e 1859-60

Per dare un prospetto più completo dell'amministrazione sociale dal suo principio fino ad ora, comprendesi in questo rapporto anche tutto quello che si riferisce all'anno 1858-59, e che fu già esposto brevemente nel Rapporto del socio signor ragioniere Mevati, presentato nella seduta 22 gennajo p.p., e stampato nel secondo volume degli Atti a pag. 50 e 51

Attivo 1858-59.

Il primo fondo patrimoniale della nostra Società fu costituito dalle quote di austriache lire 20 (pari a fiorini austriaci 7, od a lire italiane 17,28), che si determinò dovessero essere pagate dai soci fondatori. Risultando da apposito Elenco essere i soci fondatori in numero di 146 alla fine di novembre 1859, detto primo fondo patrimoniale avrebbe dovuto ascendere a fiorini nuovi austriaci 1022; ma fino al 30 novembre 1859 non furono pagati che ——— fiorini nuovi 693.—

Per l'anno sociale 1858-59 ciascun socio, fondatore o ammesso dopo l'approvazione governativa della Società, avrebbe dovuto pagare la stabilita quota annuale di fiorini nuovi 7. Risultando da apposito Elenco essere 183 il numero totale dei soci il giorno 30 novembre 1859, avrebbero dovuto aver versato nella cassa sociale fiorini 1281; ma fino a quel giorno non pagarono se non ——— " 399.—

Gli introiti di cassa furono dunque in complesso di fiorini nuovi 1092.—

Devonsi però dedurre, a titolo di perdita, per varie quote state pagate prima dell'introduzione della nuova valuta austriaca ——— " " 9.

Restano dunque gli introiti di ——— fiorini nuovi 1083
Pari ad italiane lire 2674.06

Fig. 70 - Prima pagina del «Rapporto amministrativo per i primi due anni sociali 1858-59 e 1859-60». Per il 1858-59 le entrate furono di fiorini nuovi 1083, le uscite di 880,50 con un fondo di cassa di 202,50 pari a lire italiane 500. Il riepilogo 1859-60 (tutto espresso in lire italiane): entrate 3283,02; uscite 2687,37, con una rimanenza nella Cassa Sociale di lire italiane 595,65 (1 fiorino = 2,50 lire).

1.//

Seduta
del Consiglio d'amministrativo

24 gennajo 1864

Presenti i Signori
Cornalia
Omboni
Stoppani
Gadda
Villa Antonio
Garavaglia antonio
Osculati
Buzzetti

Per la questione delle L. 160 dovute ancora dal Varisco, si decide di computare dette Lire 160 nello stipendio dell'anno 1863 e in quello del 1864 a lui dovuti dalla Società per i servigi dal Varisco prestati in detti anni.

Pel trasporto della Sede della Società al Museo Civico, si aspetta decidere verso la fine del 1864.

È approvato il rendiconto amministrativo pel 1863; ed è pure approvato il preventivo pel 1864.

Quanto al prezzo di vendita degli Atti per i non Soci, si decide di continuare coi prezzi attuali.

Sul progetto di fare una seduta straordinaria della Società in qualche luogo fuori di Lombardia in autunno, Stoppani legge una lettera di Villa favorevole alla riunione a Biella. — Si discute. — Stoppani prepara un progetto di regolamento per detta seduta straordinaria, poi con una circolare speciale si interpelleranno i singoli Soci, poi si faranno le altre cose necessarie per l'attuazione del progetto della seduta.

Milano 24 gennajo 1864.

Antonio Stoppani Segr.
Antonio Osculati
Carlo F. Gadda
Antonio Garavaglia
Cornalia Presid.te
Ant. Villa
Giorgio Buzzetti
G. Omboni

Fig. 71 - Verbale manoscritto della seduta del 24 gennaio 1864 del Consiglio Amministrativo della SISN «approvante il rendiconto amministrativo pel 1863 ed è pure approvato il preventivo pel 1864» (allegati). È sottoscritto dal Presidente Cornalia e dai Segretari Stoppani e Omboni.

GIUSEPPE BERNARDONI DI GIO.

Tipografo-Libraio

COMMERCIANTE DI CARTE E DI OGGETTI DI CANCELLERIA

Corsia di S. Marcellino dicontro alla Chiesa di S. Tomaso, N. 3

IN MILANO

La Società Geologica in Milano — Dare

1859 Gen. 28 Cop. 1 Guida di Milano — £ 5,—
" Febb. 23 Per la stampa del 1.° Fasc. I.° Vol. I.° Atti
della Società stessa, a Cop. 312, da
f.i 4 in 8.°, con caratteri promiscui filo-
sofia, garamone, testino e nompari-
glia, per composiz. [illegible], cilindr. e
correzioni a — £ 34,50 " 138,—
Ris. 2 1/2 Leonardia grande 1/2 colla
fino — " 15,— " 37,50
Composiz. [illegible] cilind. e carta di Cop. 312
Copertina in carta tinta stampt.
da 2 parti — " 6,—
Ristampa di altre Cop. 312 della carta 6,—
Legat. in brochure di d.e Cop. 312 a
L 2 c. — " 6,24
Per composiz. di N.° 184 Mansioni ed Indi-
rizzi per l'accompagnamento dei fascico-
li ecc — C. 12 " 23,—
Stampa dei med. in f.° di Mezzano doppio
contenenti ciascuno N.° 8 Indirizzi
in tutto 23 cambiamenti a 100 copie
ciascuno — " 23,—
Fog. 2300 di Mezzano doppio fino a
... — " 50,30
£ 295,04

Fig. 72 - Giuseppe Bernardoni di Gio. - Tipografo Libraio - Commerciante di carte e di oggetti di cancelleria, Corsia di S. Marcellino dicontro alla Chiesa di S. Tomaso, N. 3 in Milano (1859).

Milano Luglio 1894.

In seguito alle verbali intelligenze precorse fra la Direzione della Società italiana di Scienze naturali in Milano e la Casa editrice Ulrico Hoepli pure di Milano, si addivenne alla presente convenzione colla quale:

1° La detta Società si assume l'impegno di publicare sotto la sua direzione il lavoro presentato dal Signor Prof.r Giacinto Martorelli col titolo: Monografia degli Uccelli di Rapina in Italia, coi tipi della Tipografia Bernardoni di C. Rebeschini e C. nel formato dei precedenti Volumi delle Memorie in 4° della Società, coi caratteri e carta eguali a quelli adoperati per l'ultimo Volume publicato dei suoi Atti. La Monografia, di circa 25 fogli di stampa, è corredata di varj disegni nel testo e di quattro tavole da eseguirsi presso lo Stabilimento di fototipia Vittorio Turati.

2° La tiratura ne sarà limitata a 450 copie, delle quali 275 rimarranno a disposizione della Società; le rimanenti 175 stampate su carta distinta, come l'unito campione, saranno devolute alla Casa editrice Ulrico Hoepli, che si obbliga di rilasciarne tosto all'Autore le 25 copie gratuite di diritto, da non mettersi in commercio. Il titolo pel frontespizio e copertina delle 150 copie assegnate alla Casa editrice Ulrico Hoepli potrà essere modificato d'accordo coll'Autore.

3° All'atto della consegna delle dette copie alla Casa U. Hoepli questa si obbliga di rifondere alla Società un terzo della spesa totale di publicazione, quale risulterà dai conti liquidati colla firma del Segretario della Società.

4° Nessuna contestazione potrà ammettersi sulla riuscita dell'edizione,

Fig. 73 - Contratto, luglio 1894, con Ulrico Hoepli, Editore-Libraio della Real Casa, Milano.

quando non esista differenza apprezzabile fra i campioni previamente firmati dalle parti e gli esemplari conse=gnati.

5° Le quattro tavole unite alla Monografia potranno stamparsi in nero o a colori secondo che la Società crederà più opportuno.

6° Il prezzo di vendita delle 150 copie assegnate alla Casa editrice U. Hoepli è lasciato interamente all'arbitrio della medesima e la Società si impegna a non distribuire a So=cj o ad altri alcuna copia fra quelle da lei trattenute, prima che non siano trascorsi due mesi dal giorno della consegna delle copie come sopra devolute alla Casa Ulrico Hoepli.

In segno di accettazione di quanto sopra le parti si sono firmate:

per la Società italiana di Scienze naturali

Il Presidente
[illegible]

Il Segretario
Prof. Giacinto Martorelli

per la Casa editrice Ulrico Hoepli

Ulrico Hoepli

Segue Fig. 73

Telefono 24-64

MILANO
Corso Vitt. Eman.
N. 12-16

Tipografia degli Operai
SOCIETÀ ANONIMA COOPERATIVA

Milano 29 Agosto 1904

Ill.mo Sig. Prof.re Pietro Pavesi
Pavia

Sentiamo il dovere di rispondere ai rimproveri mossici per la stampa del suo estratto - che crediamo non meritarci. Prima di tutto il prezzo venne stabilito anticipatamente. Gli strafalcioni cui Ella allude, noi teniamo le bozze ultime corrette da prof. Sordelli e tutte le correzioni segnate furono eseguite.

In quanto alla legatura, che dice indegna, favorisca spedire quelle copie che hanno i fogli staccati che le ripareremo, giacchè non abbiamo mai lamentanze da nessuno e sì che di estratti ne facciamo continuamente. Unita alla presente troverà la quitanza regolare.

Siamo oltremodo dispiacenti che Ella sia indignato di noi e mettiamo la sua cartolina nelle mani della Spett. Società delle Scienze Naturali affinchè si pronunzi se il nostro agire non fu corretto, pronti a sottostare a qualsiasi censura.

Con perfetta osservanza, distintamente la salutiamo

TIPOGRAFIA DEGLI OPERAI
(SOCIETÀ ANONIMA COOPERATIVA)
p. Garbini Cesare
Direttore

Fig. 74 - Tipografia degli Operai, corso Vitt. Eman. n. 12-16, Milano (29 agosto 1904).

PREMIATA TIPOGRAFIA
SUCCESSORI
FRATELLI FUSI
PAVIA
Largo di Via Roma, 7 — Telefono N. 38

Memorandum

Eg. Sig. Prof. E. Artini

Milano

Pavia, 9 Maggio 1908.

Stavamo sempre in attesa di Suo scritto, quando ieri appunto ci giunge la preg. Sua 7/5. Noi adunque prima di metterci al lavoro p. la fondazione del carattere ed anche per provvedere la necessaria carta abbiamo bisogno dello schema di contratto, e sarà quindi nostro interesse (una volta d'accordo) provvedere urgentemente tanto p. la carta che per il carattere.

Intanto però noi mandiamo al di Lei indirizzo N. 2 campioni carta coi quali speriamo poterci intendere.

In attesa, con tutta stima

p. Ditta SUCCESSORI F.LLI FUSI
Magnani Achille

R°. mandando schema, e pregando di non procedere con [illegible] già e invece sollecitare
11 Maggio 1908
EArt.

Fig. 75a - Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi – Pavia, largo di via Roma 7, poi via L. Spallanzani, 1908.

TELEFONO N. 38.

Per telegrammi: TIPOGRAFIA FUSI - PAVIA

MEDAGLIA D'ORO ESPOSIZIONE - PAVIA 1877
MEDAGLIA D'ARGENTO MINISTERO AGR. IND. E COMM. 1883
MENZIONE ONOREVOLE TORINO 1884
DIPLOMA MILANO 1887
MEDAGLIA D'ARGENTO TORINO 1890
MEDAGLIA D'ARGENTO MILANO 1894

PREMIATA TIPOGRAFIA
SUCCESSORI
FRATELLI FUSI

LARGO DI VIA ROMA - 7 PAVIA VIA MALASPINA - N. 1

Pavia, 23 Marzo 1909

Egr. Sig. Prof. [illegible]
Milano.

Alla pregiata Sua lettera di 22 corrente, rispondiamo col mandarle il preventivo per la stampa del nuovo periodico. Quindi la spesa sarebbe di L 50 per cadaun foglio di pagine 16 nella quantità di copie 200 con carta lucida p. illustrazioni come approssimativo al campione qui accluso tutto compreso composiz. tiratura carta piegatura cucitura copertina e spesa.

La carta per la copertina da scegliere poi dietro campioni che presenteremo, così pure la carta per il testo. Ci sarebbe un po di differenza tra il prezzo del Volume p. gli atti della società e questo da farsi ma ne è causa per il carattere di corpo [illegible]

Nel mentre La ringraziamo della preferenza usataci staremo in attesa dei riveriti Suoi ordini mentre con tutta stima La riveriamo.

p. La Ditta Succ. Fusi
[signature]

Risposto 24. III. 09 essere [illegible] la domanda e troppo lucida la carta. Proposto un massimo di 40 lire al foglio di stampa
[signature]

Fig. 75b - Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi, 1909.

TELEFONO 38 · PREMIATA TIPOGRAFIA · PER TELEGRAMMI TIPOGR. FUSI - PAVIA

SUCCESSORI FRATELLI FUSI

LARGO DI VIA ROMA · PAVIA · VIA MALASPINA, N. I

Pavia, li

S.

Per l'anno 1925 { Atti copie N. 680 £ 390
Natura " " 460 " 420

at pagato

27 Dicembre 1924. Guidi

1926 Atti N 680 copie

1926 Natura N 470

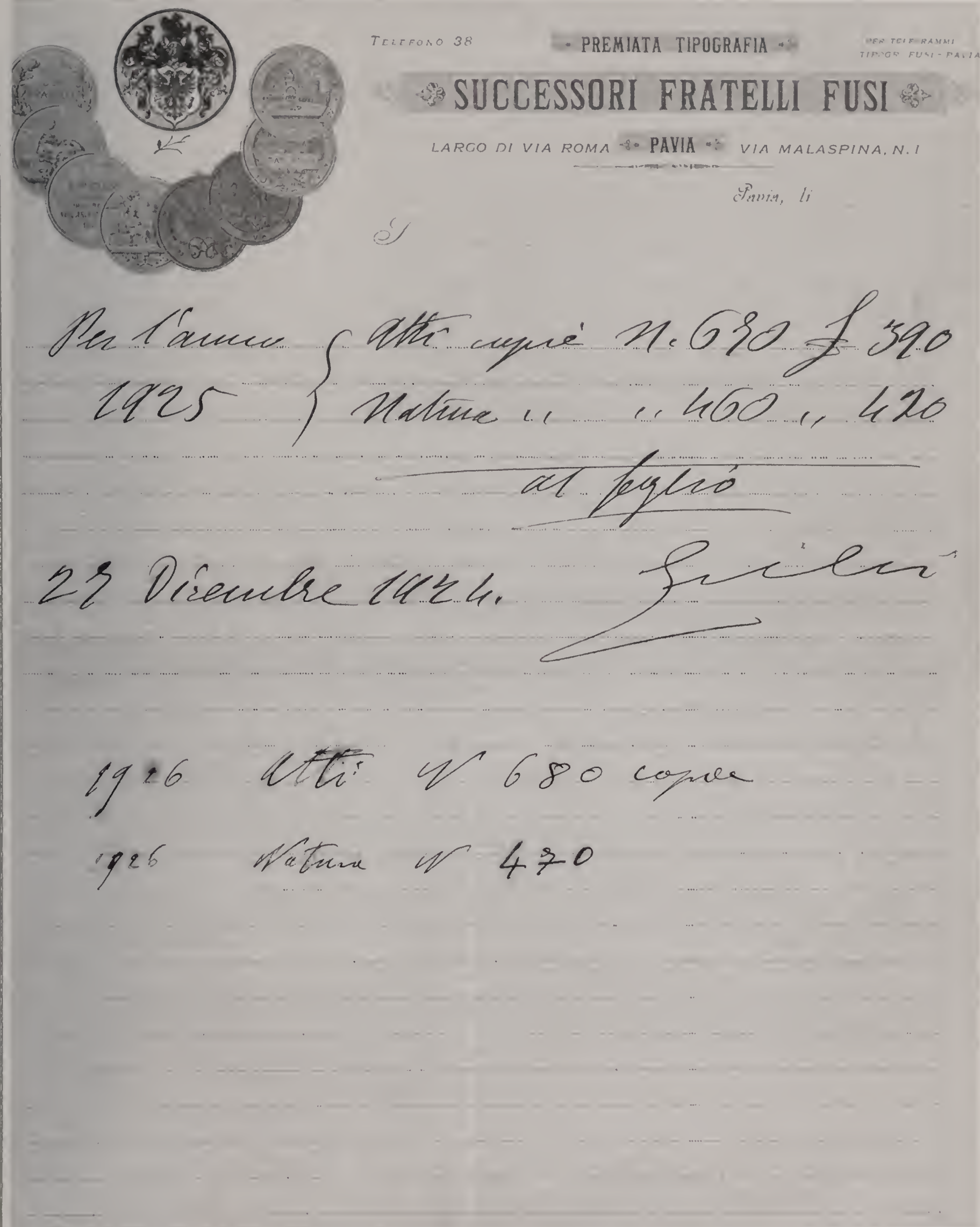



Fig. 75c - Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi, 1925-1926.

PREMIATA TIPOGRAFIA

FONDATA nel 1816

Successori Fratelli Fusi

Via Roma, 7 - PAVIA - Via Roma, 7

MEDAGLIA ORO, PAVIA 1877
MEDAGLIA ARGENTO, MINISTERO, 1883
MENZIONE ONOREVOLE, TORINO 1884
DIPLOMA, MILANO 1887
MEDAGLIA ARGENTO, TORINO 1890
MEDAGLIA ARGENTO, MILANO 1891

TELEFONO 638
C. P. E. di PAVIA N. 27

PER TELEGRAMMI
TIPOGRAFIA FUSI - PAVIA

Pavia, 30 Marzo 1929 - VII

Stim. Sig. Dott. E. Moltoni — Milano

Al seguito del colloquio avuto di presenza giovedì u. sc. ho riferito ai miei Soci in merito alla riduzione chiesta dalla Società Italiana di Scienze Naturali per la pubblicazione degli «Atti» e di «Natura» e malgrado non siasi verificato da tempo nessuna diminuzione tanto nella carta quanto nella mano d'opera, e malgrado la diminuzione praticata già lo scorso anno, pur tuttavia per alcune nostre considerazioni e rimessa del nostro già equo guadagno, porteremo il prezzo per gli

Atti a £ 400 per ogni 16° di copie 710
e NATURA a £ 440 per ogni 16° di copie 510 } per entrambi restano invariati tutte le altre condizioni.

«Con ciò crediamo di aver soddisfatto ai desideri della Società,
«e vogliamo sperare che nell'eventualità che la Società do-
«vesse fare qualche altra pubblicazione non vorrà certo
«mancare di interpellarci sicuri non solo di essere in grado
«di darle un lavoro accurato, ma anche certi di farle
«dei prezzi convenienti». —

Al piacere cogliamo l'occasione di porgerle i nostri migliori e distinti saluti. —

Successori FRATELLI FUSI PAVIA
Luigi Ripa

Natura 2 450 1928
atti 420, 1928

Fig. 75d - Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi, 1929.

PREMIATA TIPOGRAFIA SUCCESSORI F.LLI FUSI

FONDATA NELL'ANNO 1816

PAVIA
VIA L. SPALLANZANI
TELEFONO N. 638

PER TELEGRAMMI
TIP. FUSI - PAVIA

Medaglia oro, Pavia 1877 - Medaglia argento, Ministero 1883 - Menzione Onorevole, Torino 1884 - Diploma, Milano 1887 - Medaglia argento Torino 1890 - Medaglia argento, Milano 1890 - Due medaglie argento, Pavia 1934

Pavia, 8 gennaio 1940 (A. XVIII)

On.le Presidenza della
Società Italiana di Scienze Naturali
Milano

Ci permettiamo di sottoporre alla Vostra attenzione quanto esponiamo nella presente nostra lettera, confidando nella Vostra benevola considerazione.

Gli aumenti susseguitisi in questi anni ci costringono a presentare a questa On.le Presidenza la revisione della maggiorazione attualmente in corso tanto sulle fatture degli «Atti» quanto su quelle di «Natura».

Nel 1938-39, malgrado gli aumenti sopravvenuti e l'autorizzazione concessaci dall'Autorità competente di aumentare i contratti in corso sino al 21% noi, nella speranza che i prezzi si normalizzassero, non abbiamo fatto per due anni nessuna richiesta malgrado che ne avessimo sentite le conseguenze a fine d'anno.

Ben volontieri lascieremmo ancora immutate le cose, ma i sopraggiunti nuovi aumenti della carta e delle spese generali non ce lo permettono per cui preghiamo questa On.le Presidenza che, prendendo in benevola considerazione quanto abbiamo esposto, Voglia compiacersi di concederci la modificazione dell'attuale maggiorazione sulle fatture del 5% nel 15% tanto per gli «Atti» che per «Natura».

Data l'esiguità della nostra richiesta, confidiamo nella sua accettazione ed in attesa di conferma porgiamo deferenti ossequi e distinti saluti.

p. TIP. SUCC. FUSI
Dev.mo Luigi Ripa

P.S.: L'applicazione della nuova maggiorazione sarà fatta coi primi prossimi fascicoli e qualora si verificassero forti variazioni per casi eccezionali ci accorderemo sui medesimi.

Fig. 75e - Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi, 1940.

Milano, 16 Marzo 1857

Al Sig.r Ing.re Robiati

all'Amministrazione della Gazzetta Ufficiale di Milano

Dare

Importo della carta e tiratura di N. 200 copie dell'articolo Società Geologica, seduta 27 Febbrajo 1857

Au. L. 14 —

16/3 57 Pagato

Figg. 76 a) e b) - Note della Gazzetta Ufficiale di Milano all'Ing. Robiati di costi per la stampa di articoli della Società Geologica (1857-1858).

Direzione e Redazione
della
GAZZETTA UFFICIALE
DI
MILANO

Milano, 1 Magg.° 1858

Nota

Importo di 200 copie dell articolo – Seduta del 29 aple 1858 della Società Geologica

L. 14 —

Saldato

[illegible]

GAZZETTA UFFICIALE DI MILANO

Fig. 76b

LUIGI RONCHI
NEGOZIANTE
DI OGGETTI DI BELLE ARTI

MILANO
Stabilimento litografico Corso Porta Vittoria 4

Onor. Sig. Società Scienze Naturali Città

Per le sottodistinte merci e lavori, pagamento in Milano

Le incisioni e Disegni restano presso lo Stabilimento e si conservano per un anno, trascorso il quale, non rinnovando commissione o speciale accordo, si cancellano senza diritto a reclami

Milano, li 7 Aprile 1891

1891 Conto consegnato il 31 Dicembre u.s. £ 63.–

Ricevuto £ 60
Ronchi
Milano 9. Gennajo 1892

Fig. 77 - Luigi Ronchi, Negoziante di oggetti di belle arti, Stabilimento Litografico, in Milano, Corso Porta Vittoria 4 (1891).

57

Alla Benemerita Presidenza della Società Geologica di

Milano

Fino dalla formazione di codesta Inclita Società i sottoscritti dovettero prestare l'opera loro quali inservienti onde preparare le sale per le sedute, addobbi, trasporti, diramazione delle circolari per la città, ed altri servigi che necessitava per il bisogno della Suddetta Società; ora essendo trasportata altrove e non occorrendo più il servigio degli sottoscritti, osano questi innalzare la presente Istanza a Codesta Inclita Presidenza onde voglia degnarsi di conferirle tangente in premio e ricompensa dei tanti loro prestati servigi nel lungo periodo di quattro anni che la suddetta Società ebbe luogo nello stabilimento del Professore Ing. Sig. Ambrogio Robiati.

Fidanzosi d'essere esauditi della loro inchiesta e d'ottenere una ricompensa ben meritata pei prestati loro servigi gli anticipano i loro ringraziamenti e si rassegnano in pari tempo

Milano li 13 Gennajo 1859

Umilissimi e Devotissimi Servitori
Pietro Pacchetti
Pasquale Pozzi
Lorenzo Pozzi
Bidelli dell'Istituto Robiati

Le si unisce la Dichiarazione del Sig. Professore Ambrogio Robiati.

Volta

Fig. 78 - Lettera del 13 gennaio 1859 dei tre bidelli dell'Istituto Robiati, per essere ricompensati per i servigi resi alla Società Geologica.

GIACOMO RIVA DEL FU GIO. BATT.

SOSTRARO

DI LEGNA, CARBONE E CARBONELLA ALL'INGROSSO ED AL MINUTO

ABITA IN MILANO

Via dell'Annunciata vicino al Ponte Marcellino, N. 30

~~Signor~~ Alla Società Italiana Dare

	Qualità della Merce	Quantità	Prezzo	Importo
24 Novembre 1866	Legna per stufa	Quint.	0,30	£ 1,32
26 Giugno 1867	Legna			1
			£	2,32
	Pagato			

Emesso il mandato il giorno 28 aprile 1867 [illegible]

Fig. 79a - Giacomo Riva del fu Gio. Batt., Sostraro di legna, carbone e carbonella, Milano, via dell'Annunciata vicino al Ponte Marcellino, n. 30 (1866-1867) per fornitura di legna per il riscaldamento dei locali della SISN.

SOSTRA DI LEGNA E CARBONE

Deposito di Carbone Koke

CON MAGAZZENO

di

CAMBIAGHI LUIGI

MILANO, Via Borgo Spesso N.º 17

Sig.r ... Dare

li ... 1880

Pagato

Fig. 79b - Cambiaghi Luigi, Sostra di legna e carbone, Milano, via Borgo Spesso n. 17 (4 marzo 1880), per fornitura di legna per il riscaldamento dei locali della SISN.

LA SOCIETÀ E IL TERZO MILLENNIO

La SISN affronta il nuovo millennio in piena attività, coinvolgendo un numero sempre maggiore di Soci giovani e motivati, ritrovando così quell'energia e quell'entusiasmo che ne avevano caratterizzato alcuni periodi della sua storia, in particolare i primi decenni della sua vita.

L'attuale presidenza (Prof. Bruno Parisi) ha saputo interpretare le moderne esigenze associative dimostrando e concretizzando un maggiore interesse verso i propri Soci: l'apertura della sede ogni primo giovedì del mese ha innescato il coinvolgimento di nuovi e vecchi membri nelle attività istituzionali. Infatti molti hanno risposto positivamente, frequentando la Sede e lavorandovi attivamente. Il lavoro volontario e continuo di numerose persone ha permesso, tra le altre cose, di recuperare l'archivio storico della Società, di riordinare, schedare e indicizzare il patrimonio librario delle proprie testate periodiche (che ammonta a oltre 92.000 fascicoli), di iniziare la fase di catalogazione e verifica dei volumi e dei fascicoli (indicativamente 5000 titoli) conservati nella biblioteca del Museo, a disposizione del pubblico, ma di proprietà della SISN. I periodici in cambio, attualmente gestiti dalla Biblioteca del Museo per conto della SISN e a disposizione del pubblico, ammontano a 236 testate italiane e straniere.

Il Regolamento della Società prevede, tra gli scopi istituzionali, le attività volte alla divulgazione scientifica. Per il conseguimento di questo obiettivo, sono state organizzate escursioni e conferenze a carattere naturalistico.

Alcuni Soci hanno poi promosso e organizzato una missione scientifica per l'osservazione dell'eclissi totale di sole dell'11 agosto 1999. Il notevole successo della missione ha stimolato l'idea di pubblicare i risultati scientifici e le più belle fotografie su un fascicolo di *Natura*, dedicato interamente all'evento. Numerose conferenze sono state richieste da vari Enti, tra cui biblioteche, musei e scuole di ogni ordine e grado e i responsabili della missione si sono resi disponibili per la divulgazione dei risultati. Alla luce di queste esperienze, alcuni Soci hanno avvertito la necessità di creare un Centro Studio specializzato, dedicato alla divulgazione scientifica. È nato così CANDI (Centro studi per l'Applicazione di Nuove tecnologie alla Divulgazione scientifica e all'Integrazione formativa). I membri del CANDI si sono assunti l'impegno di portare a compimento l'ambizioso programma «Montagne 2002», un originale progetto di ricerca scientifica interdisciplinare nell'ambito dell'Anno Internazionale della Montagna.

Il Centro Studi si occupa anche del reperimento delle risorse finanziarie necessarie all'operazione, a copertura dei costi delle ricerche e della successiva divulgazione dei relativi risultati.

A questo proposito, a fianco dei tradizionali metodi di divulgazione scientifica per mezzo di conferenze e articoli su riviste, CANDI utilizzerà la rete telematica Internet. Il portale che da qualche tempo accoglie tutte le informazioni relative al mondo delle Scienze Naturali (www.scienzenaturali.com), rappresenta il più rilevante investimento tecnologico e di rinnovamento affrontato dalla Società.

Anche in questo caso il contributo in termini di tempo e competenze da parte di alcuni Soci ha permesso la creazione di una nuova testata on-line (*Natura Physica*), dotata di una propria redazione composta da fisici e astrofisici, che accoglie articoli originali ed è corredata da rubriche periodiche («Il Cielo del mese»).

Il portale accoglie come ospiti le pagine WEB e i links di Musei e Associazioni Scientifiche, così da allargare al grande pubblico l'accesso al maggior numero di fonti di informazione. Una rubrica dedicata alle domande frequenti (FAQ) permette a studiosi e appassionati di avvalersi della consulenza precisa e attendibile di esperti nelle varie discipline.

Attualmente è in corso un'azione per verificare la reale consistenza del patrimonio librario e delle pubblicazioni periodiche della SISN ospitati presso la Biblioteca del Museo. Inoltre si sta procedendo alla classificazione e alla archiviazione elettronica dei documenti conservati nell'Archivio Storico, al fine di facilitarne la ricerca e la consultazione.

(A.B., B.B.P., D.R.)

INDICE

Introduzione .... Pag. 3

Tabella comparata dei Presidenti della Società e dei Direttori del Museo .... Pag. 5

Elenco dei Presidenti, Vice-Presidenti, Segretari e Vice-Segretari della Società .... Pag. 8

Gli anni della fondazione: 1855-1856 .... Pag. 11

Il primo cinquantennio: 1857-1906 .... Pag. 25

Tra «-ismi» contrastanti, guerre guerreggiate e svolta totalitaria: 1907-1945 .... Pag. 51

Dalla ricostruzione postbellica di Milano all'inizio del nuovo secolo: 1946-2000 .... Pag. 65

Appendice .... Pag. 71

- **Profili dei Presidenti dalla Fondazione al 1983** .... Pag. 71
- **Soci storici della Società** .... Pag. 76
  - Biografie di Soci .... Pag. 76
  - Amministratori della Città di Milano .... Pag. 104
  - Esponenti della nobiltà .... Pag. 106
  - Esponenti del clero .... Pag. 108
- **I Centri Studio** .... Pag. 110
- **La Biblioteca della Società** .... Pag. 111
- **Dall'Archivio storico** .... Pag. 117
  - Rapporti e scambi con Istituzioni scientifiche .... Pag. 117
  - Documentazione finanziaria .... Pag. 118
  - Corrispondenza e fatture con tipografie, editori e fornitori vari .... Pag. 118
- **La Società e il terzo millenio** .... Pag. 162

Volume XIII

I - VENZO S., 1961 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronese. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*

II - PINNA G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia. pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*

III - ZANZUCCHI G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg. 8 tavv.*

Volume XIV

I - VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*

II - PINNA G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*

III - DIENI I., MASSARI F. e MONTANARI L., 1966 - Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - CARETTO P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*

II - DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*

III - BARBIERI F., IACCARINO S., BARBIERI F. & PETRUCCI F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano. *pp. 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - CARETTO P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*

II - SACCHI VIALLI G. e CANTALUPPI G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128, 30 figg., 8 tavv.*

III - PIGORINI B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - PINNA G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* e *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*

II - VENZO S. & PELOSIO G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*

III - PELOSIO G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella.* Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - PINNA G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*

II - MONTANARI L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*

III - PETRUCCI F., BORTOLAMI G. C. & DAL PIAZ G. V., 1970 - Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - CANTALUPPI G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee. Loro successione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafici e sistematici. *pp. 5-46, con 2 tabelle nel testo.*

II - PINNA G. & LEVI-SETTI F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provincia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*

III - PELOSIO G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia). I. Fauna del «calcare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O., 1971 - La cultura di Remedello. Problematica ed ergologia di una facies dell'Eneolitico Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*

II - PETRUCCI F. 1972 - Il bacino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*

III - CERETTI E. & POLUZZI A., 1973 - Briozoi della biocalcarenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - PINNA G., 1974 - I crostacei della fauna triassica di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*

III - BRAMBILLA G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia (Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O. & CALEGARI G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriche italiane. Problematica, schede, iconografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*

II - PINNA G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civico di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*

III - BIANCOTTI A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f. t.*

Volume XXIII

I - GIACOBINI G., CALEGARI G. & PINNA G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematica di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*

III - ROSSI F., 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marchigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - PINNA G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus,* lepidosauro triassico del sottordine *Lacertilia. pp. 7-28, 12 figg., 2 tavv.*

II - NOSOTTI S., PINNA G., 1989 - Storia delle ricerche e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg., 12 tavv.*

Volume XXV

I - CALEGARI G., 1989 - Le incisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*

II - PINNA G. & NOSOTTI S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoecologia del rettile placodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*

III - CALDARA R., 1990 - Revisione Tassonomica delle specie paleartiche del genere *Tychius* Germar (Coleoptera Curculionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - PINNA G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*

II - CALEGARI G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556, 647 figg.*

III - ANDRI E. e ROSSI F., 1993 - Genesi ed evoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera moderne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - PINNA G. & GHISELIN M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematic Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figg.*

II - LEONARDI C. & SASSI D. a cura di, 1997 - Studi geobotanici ed entomofaunistici nel Parco Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266.*

Volume XXVIII

I - BANFI E. & GALASSO G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi cambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388.*

Volume XXIX

I - CALEGARI G., 1999 - L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografica. *pp. 1-174.*

Volume XXX

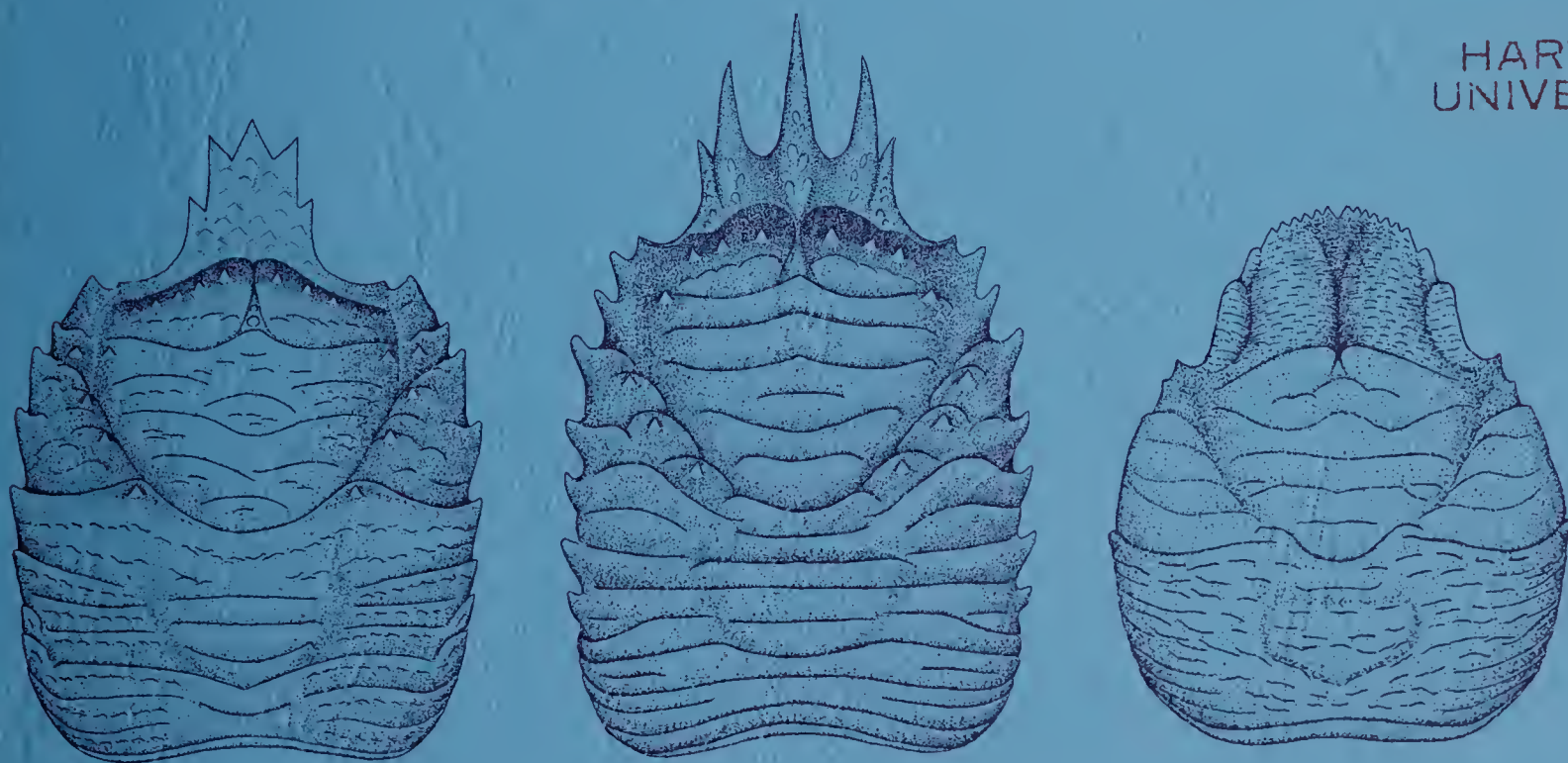
I - PEZZOTTA F., 2000 - Mineralogy and petrology of shallow depht pegmatites. *pp. 1-117.*

MEMORIE

della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXX - Fascicolo III

ANTONIO DE ANGELI & ALESSANDRO GARASSINO

GALATHEID, CHIROSTYLID AND PORCELLANID DECAPODS (CRUSTACEA, DECAPODA, ANOMURA) FROM THE EOCENE AND OLIGOCENE OF VICENZA (N ITALY)

MILANO GIUGNO 2002

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - CORNALIA E., 1865 - Descrizione di una nuova specie del genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - MAGNI-GRIFFI F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - GASTALDI B., 1865 - Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - SEGUENZA G., 1865 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp., 8 tavv.*
V - GIBELLI G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria*. *16 pp., 1 tav.*
VI - BEGGIATO F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino. *10 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I.,1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - TARGIONI-TOZZETTI A. 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centrale *(Luciola italica)* e come le fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - MAGGI L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - CORNALIA E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - ISSEL A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa, *38 pp.*
II - GENTILLI A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac de Come. *12 pp., 8 tavv.*
III - MOLON F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'ACHIARDI A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - SEGUENZA G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - GAROVAGLIO S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp. 1 tav.*
IX - SEGUENZA G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - DÜRER B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como, ecc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - EMERY C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii*. *16 pp., 1 tav.*
II - GAROVAGLIO S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - TARGIONI-TOZZETTI A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - CLAPARÈDE E. R. e PANCERI P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - GAROVAGLIO S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'ACHIARDI A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi venete. Parte II. *32 pp. 8 tavv.*
II - GAROVAGLIO S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - MARINONI C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - MARINONI C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - MARTORELLI G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - DE ALESSANDRI G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - MARTORELLI G. 1898 - Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - PAVESI P., 1901- L'abbate Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - DE ALESSANDRI G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - REPOSSI E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - REPOSSI E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - AIRAGHI C., 1917 - Sui molari d'elefante delle alluvioni lombarde, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - BEZZI M. 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - SERA G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - DE BEAUX O. e FESTA E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale, *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - DESIO A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - SCORTECCI G., 1937 - Gli organi di senso della pelle degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - SCORTECCI G., 1941- I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - GUIGLIA D., 1944 - Gli Sfecidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - GIACOMINI V. e PIGNATTI S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - VIALLI V., 1956 - Sul rinoceronte e l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - VENZO S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta*
III - VIALLI V., 1959 - Ammoniti sinemuriane del Monte Albenza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

Volume XIII

I - VENZO S., 1961- Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronese. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia*. *pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*
III - ZANZUCCHI G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg. 8 tavv.*

Antonio De Angeli & Alessandro Garassino

Associazione Amici Museo Zannato
Sezione di Paleontologia degli Invertebrati, Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the Eocene and Oligocene of Vicenza (N Italy)

Volume XXX – Fascicolo III

Giugno 2002

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Antonio De Angeli & Alessandro Garassino

Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the Eocene and Oligocene of Vicenza (N Italy)

Abstract – Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods from the Eocene and the Lower Oligocene of Monti Berici and Monti Lessini (Vicenza, N Italy) are here described. The examined sample is divided as such. Family Galatheidae Samoulle, 1819: *Acanthogalathea* (Müller & Collins, 1991), with *A. parva* (Müller & Collins, 1991), and *A. feldmanni* n. sp.; *Galathea* Fabricius, 1793, with *G. berica* n. sp., *G. valmaranensis* n. sp., and the dubitative form *G.* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950; *Lessinigalathea* n. gen. with *L. regale* n. gen., n. sp.; *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, with *P. defecta* Lörenthey, 1901, and *P. multicristata* n. sp.; *Spathagalathea* n. gen. with *S. minuta* n. gen., n. sp. Family Chirostylidae Ortmann, 1892: *Eumunida* Smith, 1883, with *E. pentacantha* (Müller & Collins, 1991). Family Porcellanidae Haworth, 1825: *Beripetrolisthes* n. gen. with *B. mulleri* n. gen., n. sp.; *Eopetrolisthes* n. gen. with *E. striatissimus* (Müller & Collins, 1991); *Lobipetrolisthes* n. gen. with *L. blowi* n. gen., n. sp.; *Longoporcellana* Müller & Collins, 1991, with *L. lobata* n. sp.; *Petrolisthes* Stimpson, 1858, with *P. bittneri* n. sp., and *P. vicetinus* Beschin *et al.*, 2001; *Pisidia* Leach, 1820, with *P. dorsosinuosa* n. sp. The good state of preservation of the examined specimens allowed to deepen the knowledge of this group of crustaceans usually rare in the fossil record. *Galathea (Acanthogalathea) parva* Müller & Collins, 1991, *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), and *Petrolisthes? striatissimus* Müller & Collins, 1991, were species already known from the Priabonian of Hungary. We propose the "*new status*" for the subgenus *Acanthogalathea* Müller & Collins, 1991, and *Petrolisthes? striatissimus* Müller & Collins, 1991, is included in *Eopetrolisthes* n. gen. Moreover, *Lessinigalathea regale* n. gen., n. sp. for the particular shape of rostrum, differs from all fossil and living species known to date, belonging to the family Galatheidae Samoulle, 1819, while carapace of *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp. has pointed out new morphological features for the same family. Finally, *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., represent Eocenic forms of porcellanid decapods that point out morphological correlations with *Petrolisthes* Stimpson, 1858, and the similar genera.

Key words: Crustacea, Decapoda, Anomura, Eocene, Oligocene, Italy.

Riassunto – Galateidi, chirostylidi e porcellanidi (Crustacea, Decapoda, Anomura) dell'Eocene e Oligocene di Vicenza (N Italia).

Vengono descritti i crostacei galateidi, chirostylidi e porcellanidi dell'Eocene e Oligocene inferiore dei Monti Berici e dei Monti Lessini Vicentini (Vicenza, N Italia). Il campione esaminato è stato così suddiviso. Famiglia Galatheidae Samoulle, 1819: *Acanthogalathea* (Müller & Collins, 1991), con *A. parva* (Müller & Collins, 1991), e *A. feldmanni* n. sp.; *Galathea* Fabricius, 1793, con *G. berica* n. sp. e *G. valmaranensis* n. sp., e la forma dubitativa *G.* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950; *Lessinigalathea* n. gen. con *L. regale* n. gen., n. sp.; *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, con *P. defecta* Lörenthey, 1901, e *P. multicristata* n. sp.; *Spathagalathea* n. gen. con *S. minuta* n. gen., n. sp. Famiglia Chirostylidae Ortmann, 1892: *Eumunida* Smith, 1883, con *E. pentacantha* (Müller & Collins, 1991). Famiglia Porcellanidae Haworth, 1825: *Beripetrolisthes* n. gen. con *B. mulleri* n. gen., n. sp.; *Eopetrolisthes* n. gen. con *E. striatissimus* (Müller & Collins, 1991); *Lobipetrolisthes* n. gen. con *L. blowi* n. gen., n. sp.; *Longoporcellana* Müller & Collins, 1991, con *L. lobata* n. sp.; *Petrolisthes* Stimpson, 1858, con *P. bittneri* n. sp. e *P. vicetinus* Beschin *et al.*, 2001; *Pisidia* Leach, 1820, con *P. dorsosinuosa* n. sp. Il perfetto stato di conservazione degli esemplari ha permesso di approfondire le conoscenze di questo gruppo di crostacei in genere piuttosto rari allo stato fossile. *Galathea (Acanthogalathea) parva* Müller & Collins, 1991, *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), e *Petrolisthes? striatissimus* Müller & Collins, 1991, erano specie già note nel Priaboniano dell'Ungheria. Per il sottogenere *Acanthogalathea* Müller & Collins, 1991, viene proposto lo "*status novus*", e *Petrolisthes? striatissimus* Müller & Collins, 1991, viene inserito in *Eopetrolisthes* n. gen. Inoltre, *Lessinigalathea regale* n. gen., n. sp. per la particolare conformazione del rostro, si distingue da qualsiasi specie fossile e vivente nota, appartenente alla famiglia Galatheidae Samoulle, 1819, mentre il carapace di *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp. ha evidenziato nuovi caratteri morfologici per la stessa famiglia. Infine, *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., rappresentano forme eoceniche di porcellanidi che evidenziano correlazioni morfologiche con *Petrolisthes* Stimpson, 1858, e i generi affini.

Parole chiave: Crustacea, Decapoda, Anomura, Eocene, Oligocene, N Italia.

INTRODUCTION

Tertiary levels of Vicenza area have given a rich sample of fossil crustaceans for over two centuries, attracting many researchers who have deepened the knowledge of this group of animals, thanks to the good state of preservation, and many diversified species. A recent updating of systematic catalogue of fossil crustaceans of Vicenza Province

by De Angeli & Beschin (2001) has provided a complete check list of species known to date, and a brief systhesis of main Tertiary outcrops with decapod crustaceans. In this updating the presence of 144 species of crustaceans - of which 3 belonging to cirripedes, 1 to isopods, 138 to decapods, and 2 to stomatopods - was reported.

This study describes a rich sample of anomurans (families Galatheidae Samouelle, 1819, Chirostylidae Ortmann, 1892, and Porcellanidae Haworth, 1825) discovered in Eocenic and Oligocenic levels of the Vicenza area. Species known to date belonging to these families are *Galathea weinfurteri* Bachmayer, 1950, of the Oligocene of Valmarana and Perarolo, *Galathea* sp. of the Lower Eocene of Contrada Gecchelina of Monte di Malo, *Galathea* sp. of the Oligocene of Altavilla, *Palaeomunida defeta* Lörenthey, 1901, and *Petrolisthes vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, of the Lower Oligocene of Monte Grumi di Castelgomberto (Fabiani, 1910; Vicariotto & Beschin, 1994; De Angeli & Messina, 1997; Beschin *et al.*, 2000, 2001).

GEOLOGICAL SETTING

Sedimentary rocks of the Vicenza area lay on metamorphic substrate that forms the so-called "crystalline basament" of Southalpine, and are represented by a stratigraphic succession from the Upper Permian (Arenarie of Val Gardena) to Pliocene (Pliocenic clays of Bassano del Grappa area). Levels with decapod crustaceans belong to Paleogene, and are represented by carbonatic and volcanic rocks, settled on Scaglia from Cretaceous, forming the southern structure of Altopiano dei Sette Comuni, Lessini of Vicenza, and a large part of Monti Berici.

Anomurans described in this study come from calcarenites of coralligenous origin from the Ypresian (Lower Eocene) of Monte Magrè (IGMI, Schio, 36 II S.E.), from the Priabonian (Upper Eocene) of S. Feliciano Hill and Alonte quarry (IGMI, Lonigo, 49 II S.E.) and from the Lower Oligocene of Valmarana and Creazzo (IGMI, Vicenza, 50 IV S.O.) (Fig. 1).

Around Monte Magrè, upon Cretaceous Scaglia there is a big mound of basalts and volcanic materials with intercalations of some reddish levels of arenaceous-calcareous facies, attributed by Fabiani (1920) to the so-called "Spilecciano" of Monte Bolca. These levels are well observable W of Monte Magrè, under Casarotti district, and along Val Tinella. Upon Monte Magrè there is instead a series of calcarenites referable to the Ypresian and Lutetian. The examined specimens were gathered in the lower strata of this calcareous succession, on the road running from Monte Magrè to Monte di Malo. These levels, very solid and white in colour, contain nummulites, nodules and fragments of coralligenous algae, and models of corals, molluscs and other decapod crustaceans (*Cyamocarcinus angustifrons* Bittner, 1883).

A similar formation is present in the Lower Eocene of Contrada Gecchelina of Monte di Malo, where a rich crustacean assemblage associated with corals was discovered. At present the work on this fauna is in progress, and Beschin *et al.* (2000) have published a preliminary study.

The outcrops of Alonte quarry and S. Feliciano Hill are located SW side of Monti Berici (Fig. 2).

Alonte quarry is represented by levels dated between the Upper Middle Eocene (Bartonian) and the Priabonian. The lower strata are formed of biocalcarenites white-brown in colour, characterised by the presence of many inner models of molluscs and corals, incomplete specimens of *Prototherium*, and some crustaceans ascribed to

Fig. 1 – Location of the localities where the examided sample was discovered.

Fig. 2 – Alonte quarry (Monti Berici, Vicenza).

Albunea lutetiana Beschin & De Angeli, 1984, *Hepatiscus poverelli* Via, 1959, and *Eopalicus imbricatus* De Angeli & Beschin, 2000 (De Angeli, 1998; De Angeli & Beschin, 1999, 2000). The middle-upper levels of the quarry, made of marly limestone grey-blue in colour, contain bryozoans, bivalves, echinoderms, and an association of calcareous nannofossils referable to the lower part of the Priabonian (Livia Beccaro, pers. com.). The top of the quarry is made of limestones white in colour, containing fragments of algae, corals, and decapod crustaceans described in this study. Neozoic deposits referable to Villafranchian were discovered in the cracks and cavities of the quarry (Masini *et al.*, 1995).

S. Feliciano Hill, located about two kilometers from Alonte quarry, shows on the southern side a large quarry. Its vertical section shows a sequence of levels similar to those of the Priabonian of Alonte quarry. A layer some meters deep is also present in this outcrop, made of calcarenites white-yellow in colour, rich in algal nodules, corals, and incomplete specimens of crustaceans (Fig. 3). Fabiani (1910) described from this locality the brachyuran *Phlyctenodes dalpiazi* Fabiani, 1910, discovered in limestones, dated by the author to the Lower Oligocene. The holotype, housed in the palaeontological collection of the University of Padova, is bad preserved and probably comes from Priabonian levels, for the presence of fragments of carapace of this species in the coral levels including galatheid decapods of S. Feliciano and Alonte quarries.

Valmarana is located in the northern side of Monti Berici. The layers with decapod crustaceans of this locality are made of nodular limestones gray-brown in colour, containing corals, algae, rodophytes, miliolids, small nummulites, and decapod crustaceans referable to *Micromaia* sp. and *Galathea weinfurteri* Bachmayer, 1950 (Beschin *et al.*, 1985; Vicariotto & Beschin, 1994). These layers, Lower Oligocene in age, correspond to the term "1" of the stratigraphic series, surveyed by Fabiani (1915) for Colle della Chiesa di Altavilla Vicentina (limestones with *Lithothamnium*, corals, small nummulites, some *Pecten*, and crustaceans referable to *Galathea* Fabricius, 1793). On these levels there are sands, sandstones, and variegated marls referable to the Lower Miocene (Ungaro, 1978). Fragments of *Galathea* Fabricius, 1793, associated with corals were discovered also in the Lower Oligocene of Monti Berici, close to Perarolo and in the surrounding area of Case Soghe and S. Gottardo (De Angeli & Messina, 1997).

The decapod crustacean assemblage associated with corals, described for Monte Grumi di Castelgomberto, belongs also to the Lower Oligocene (Beschin *et al.*, 2001).

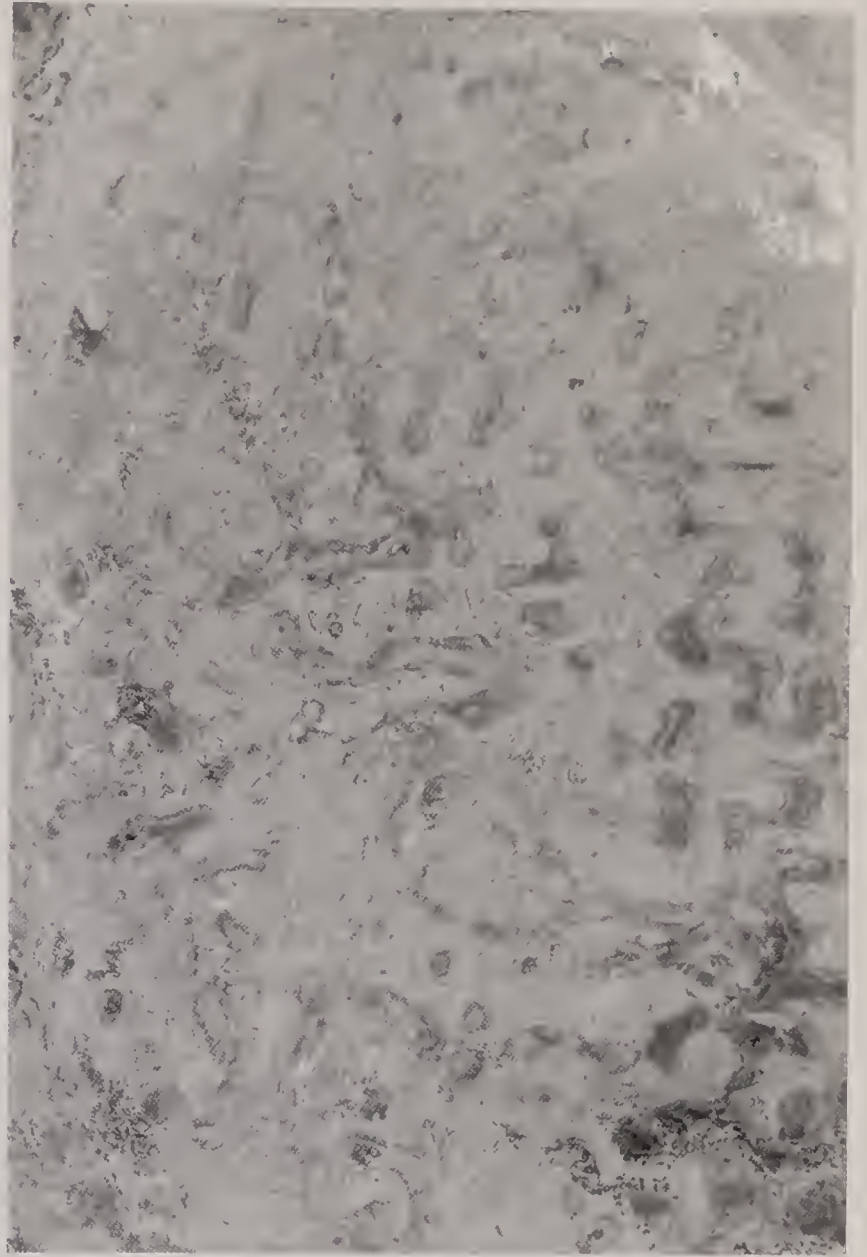



Fig. 3 – Calcarenites with coral sections and fragments of decapod crustaceans, discovered in S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

The following crustaceans were discovered in this outcrop: *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *Petrolisthes vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, *Dromilites corvini* (Bittner, 1893), *Dynomene lessinea* Beschn *et al.*, 2001, *Micippa antiqua* Beschin *et al.*, 2001, *Daira depressa* (Milne-Edwards, 1865), *Daldorfia fabianii* Beschin *et al.*, 2001, *Rakosia grumiensis* Beschin *et al.*, 2001, *Palaeocarpilius macrochelus* (Desmarest, 1822), *Maldivia oligocenica* Beschin *et al.*, 2001, *Xantho* sp., *Corallicarcinus* sp., *Daragrapsus trispinosus* Müller & Collins, 1991 (Beschin *et al.*, 2001). The specimen of *Petrolisthes vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, discovered associated with corals, around Creazzo, also belongs to these levels.

MATERIAL

The examined specimens are preserved in yellow calcarenites and their preparation is made difficult by the strong consistency of surrounding rock. The sample consists of 194 specimens (184 carapaces, 7 propodus, and 3 merus), belonging to Museo Civico di Storia Naturale di Milano (103 specimens) and Museo Civico "G. Zannato" di Montecchio Maggiore (Vicenza) (91 specimens). This sample, referable to galatheid, chirostylid and porcellanid decapods, is divided as such. Family Galatheidae Samoulle, 1819: *Acanthogalathea* (Müller & Collins, 1991), with *A. parva* (Müller & Collins, 1991) (8 specimens), and *A. feldmanni* n. sp. (2 specimens); *Galathea* Fabricius, 1793, with *G. berica* n. sp. (2 specimens), *G. valmaranensis* n. sp. (17 specimens), and the dubitative form *G.* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950 (6 specimens); *Lessinigalathea* n. gen. with *L. regale* n. gen., n. sp. (3 specimens); *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, with *P. defecta* Lörenthey, 1901 (65 specimens), and *P. mul-*

ticristata n. sp. (9 specimens); *Spathagalathea* n. gen. with *S. minuta* n. gen., n. sp. (10 specimens). Family Chirostylidae Ortmann, 1892: *Eumunida* Smith, 1883, with *E. pentacantha* (Müller & Collins, 1991) (18 specimens). Family Porcellanidae Haworth, 1825: *Beripetrolisthes* n. gen. with *B. mulleri* n. gen., n. sp. (7 specimens); *Eopetrolisthes* n. gen. with *E. striatissimus* (Müller & Collins, 1991) (20 specimens); *Lobipetrolisthes* n. gen. with *L. blowi* n. gen., n. sp. (15 specimens); *Longoporcellana* Müller & Collins, 1991, with *L. lobata* n. sp. (6 specimens); *Petrolisthes* Stimpson, 1858, with *P. bittneri* n. sp. (2 specimens), and *P. vicetinus* Beschin *et al.*, 2001 (1 specimen); *Pisidia* Leach, 1820, with *P. dorsosinuosa* n. sp. (3 specimens).

Measurements of all complete specimens reported in systematic palaeontology are in millimeters.

Acronyms, MCZ: Museo Civico "G. Zannato" di Montecchio Maggiore (Vicenza); MSNM: Museo Civico di Storia Naturale di Milano.

GALATHEID, CHIROSTYLID AND PORCELLANID FAMILIES

The morphological characteristics of superfamily Galatheoidea Samouelle, 1819, with the two families Galatheidae Samouelle, 1819, and Chirostylidae Ortmann, 1892, were discussed by Baba (1988) for living species, and recently by Schweitzer & Feldmann (2000) for fossil representatives.

Contributions to knowledge of morphological characteristics of the family Porcellanidae Haworth, 1825 were given by Glassell (1936), Miyake (1942, 1943), Haig (1956, 1960, 1965, 1978, 1981), Gore & Abele (1976), and Ng & Nakasone (1994). The family Retrorsichelidae Feldmann *et al.* 1993, was discussed by Feldmann *et al.* (1993).

The family Galatheidae Samoulle, 1819, includes three subfamilies: Galatheinae Samoulle, 1819, Munidopsinae Ortmann, 1898, and Shinkaiinae Baba & Williams, 1998.

The subfamily Galatheinae Samoulle, 1819, includes the fossil genera *Acanthogalathea* (Müller & Collins, 1991) (*new status*), *Austromunida* Schweitzer & Feldmann, 2000, *Eomunidopsis* Via, 1981, *Lessinigalathea* n. gen., *Luisogalathea* Karasawa & Hayakawa, 2000, *Mesogalathea* Houša, 1963, *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, *Paragalathea* Patrulius, 1960, *Protomunida* Beurlen, 1930, and *Spatagalathea* n. gen.; the fossil and living genera *Galathea* Fabricius, 1793, and *Munida* Leach, 1820; the living genera *Agonida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Alainius* Baba, 1991, *Allogalathea* Baba, 1969, *Allomunida* Baba, 1988, *Anomoeomunida* Baba, 1993, *Anoplonida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Bathymunida* Balss, 1914, *Cervimunida* Benedict, 1902, *Coralliogalathea* Baba & Javed, 1974, *Crosnierita* Macpherson, 1998, *Fennerogalathea* Baba, 1988, *Heteronida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Janetogalathea* Baba & Wicksten, 1997, *Lauriea* Baba, 1971, *Leiogalathea* Baba, 1969, *Nanogalathea* Tirmizi & Javed, 1980, *Neonida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Onconida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Paramunida* Baba, 1988, *Phylladiorhynchus* Baba, 1969, *Plesionida* Baba & Saint Laurent, 1995, *Pleuroncodes* Stimpson, 1860, *Raymunida* Macpherson & Machordom, 2000, and *Sadayoshia* Baba, 1969.

The subfamily Munidopsinae Ortmann, 1898, includes the fossil genera *Brazilomunida* Martins-Neto, 2001, *Faxegalathea* Jakobsen & Collins, 1997, *Gastrosacus* von Meyer, 1864, *Munitheites* Lörenthey & Beurlen, 1929, and *Palaeomunidopsis* Van Straelen, 1924; the fossil and living genus *Munidopsis* Whiteaves, 1874; the living genus *Galacantha* Milne-Edwards, 1880.

The subfamily Shinkaiinae includes the only living genus *Shinkaia* Baba & Williams, 1998.

The family Chirostylidae Ortmann, 1892, includes the fossil genus *Pristinaspina* Schweitzer & Feldmann, 2000; the fossil and living genus *Eumunida* Smith, 1883; the living genera *Pseudomunida* Haig, 1979, *Uroptychus* Henderson, 1888, *Chirostylus* Ortmann, 1892, and *Gastroptychus* Caullery, 1896.

The family Porcellanidae Haworth, 1825, includes the fossil genera *Beripetrolisthes* n. gen., *Eopetrolisthes* n. gen., *Lobipetrolisthes* n. gen., *Longoporcellana* Müller & Collins, 1991, *Neoraninella* Hu & Tao, 1996, and *Porcellanoidea* Hu & Tao, 1996; the fossil and living genera *Pachycheles* Stimpson, 1858, *Petrolisthes* Stimpson, 1858, *Pisidia* Leach, 1820, *Polyonyx* Stimpson, 1858, and *Porcellana* Lamarck, 1801; the living genera *Aliaporcellana* Nakasone & Miyake, 1969, *Allopetrolisthes* Haig, 1960, *Ancylocheles* Haig, 1978, *Capilliporcellana* Haig, 1978, *Clastotoechus* Haig, 1960, *Enosteoides* Johnson, 1970, *Euceramus* Stimpson, 1860, *Eulenaios* Ng & Sasekumar, 1993, *Liopetrolisthes* Haig, 1960, *Lissoporcellana* Haig, 1978, *Madarateuchus* Harvey, 1999, *Megalobrachium* Stimpson, 1858, *Minyocerus* Stimpson, 1858, *Neopetrolisthes* Miyake, 1942, *Neopisosoma* Haig, 1960, *Orthochela* Glassell, 1936, *Parapetrolisthes* Haig, 1962, *Petrocheles* Miers, 1876, *Pisonella* Glassell, 1938, *Pisosoma* Stimpson, 1858, *Porcellanella* White, 1852, *Porcellanopsis* Rathbun, 1910, *Pseudoporcellanella* Sankarankutty, 1961, *Raphidopus* Stimpson, 1858, and *Ulloaia* Glassell, 1938.

The family Retrorsichelidae Feldmann *et al.*, 1993, includes the only fossil genus *Retrorsichela* Feldmann *et al.*, 1993.

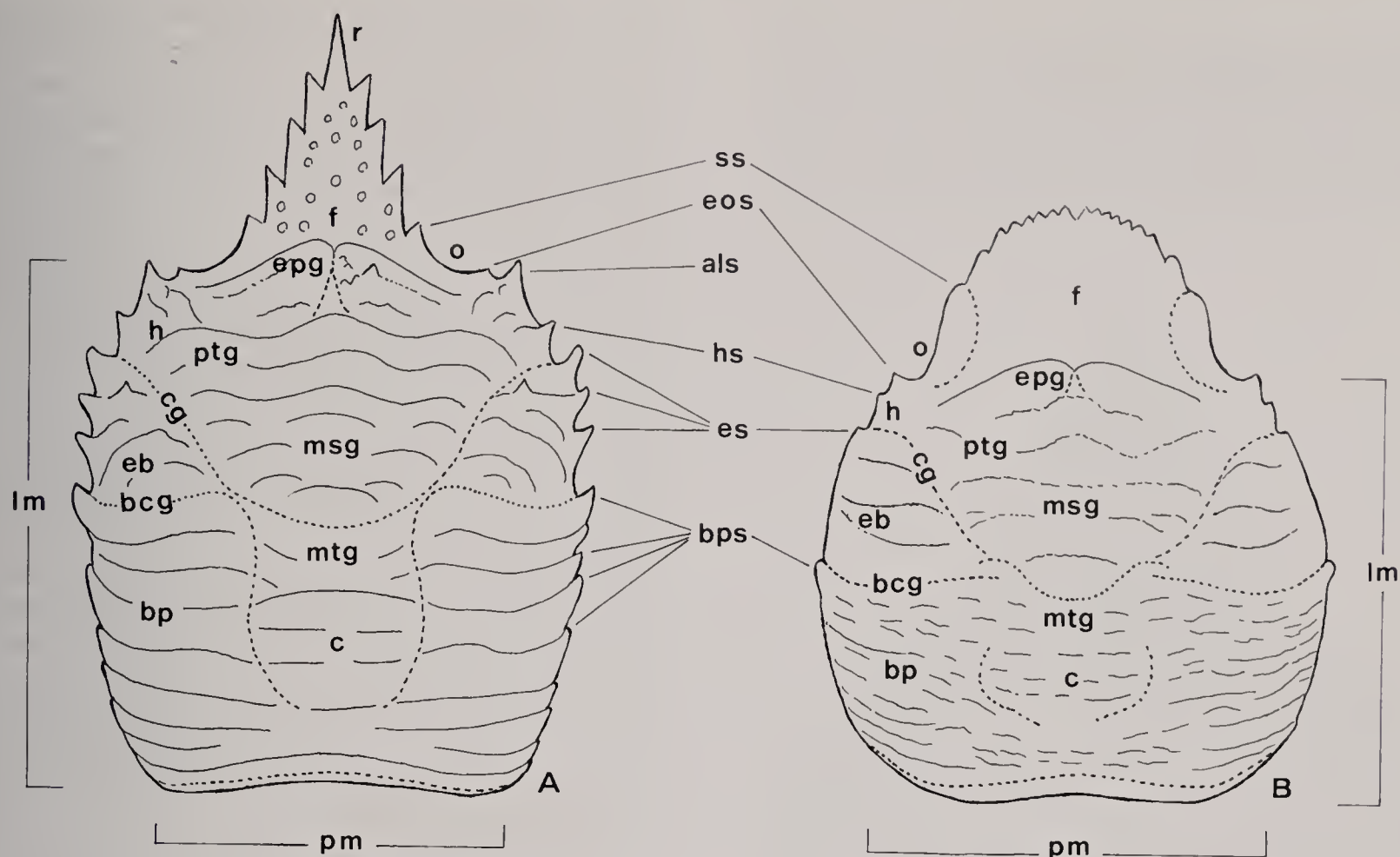



Fig. 4 – Schematic outline of the grooves and the regions of carapace in Galatheidae (A) and Porcellanidae (B). lm = lateral margin; pm = posterior margin; epg = epigastric region; ptg = protogastric region; msg = mesogastric region; mtg = metagastric region; c = cardiac region; h = hepatic region; eb = epibranchial region; bp = branchial posterior; cg = cervical groove; bcg = branchial-cardiac groove; r = rostrum; f = frontal; o = orbital; ss = supraorbital spine; eos = external orbital spine; als = anterolateral spine; hs = hepatic spine; es = epibranchial spine; bps = branchial posterior spine.

SYSTEMATIC PALAEONTOLOGY

Order Decapoda Latreille, 1802
Infraorder Anomura MacLeay, 1838
Superfamily Galatheoidea Samouelle, 1819
Family Galatheidae Samoulle, 1819
Subfamily Galatheinae Samoulle, 1819
Genus *Galathea* Fabricius, 1793

Type-species: *Cancer strigosus* Linné, 1761

Galathea berica n. sp.
Fig. 5, Pl. I (figs. 1, 2)

Diagnosis: subsquare carapace (excluding rostrum) slightly convex in transverse section; rostrum triangular, with pointed distal extremity, and with large dorsal tubercles and five lateral spines; well marked cervical and branchiocardiac grooves; carapace with weakly sinuous transverse striae; cardiac region with three aligned tubercles.

Etymology: the trivial name alludes to Monti Berici, a mountainous region from which the examined specimens come.

Holotype: MCZ 2186.

Paratype: MCZ 2187.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species two specimens (MCZ 2186, 2187).

MCZ 2186: maximum length = 9; length excluding rostrum = 5.8

MCZ 2187: maximum width = 6.8; length excluding rostrum = 6.7

Description. Carapace subsquare in dorsal view, longer than wide, transversely convex and enlarged chiefly in posterior third. Triangular rostrum, enlarged to base, well developed anteriorly, and provided of a long median rostral spine and five strong spines along lateral margins. First rostral spine (supraorbital spine) shorter and wider than others. Dorsal surface of rostrum flat, and provided with many large tubercles. Lateral margins of carapace convex, and with six/seven spines, generally incomplete in examined specimens. Posterolateral margins convergent posteriorly. Posterior margin wide, slightly concave, and delimited by thin marginal ridge. Cervical and branchiocardiac grooves well developed. Epigastric lobes represented by two granulate postfrontal ridges, forming obtuse angle of 130°. These lobes divided in median part by one groove marking anterior process of mesogastric region. This process defines presence of two longitudinally placed strong tubercles. Protogastric and mesogastric regions not well separated, and both with seven/eight strongly sinuous and interrupted transverse striae. Epibranchial regions, well marked by cervical and branchiocardiac grooves, subtriangular, and with four short sinuous main striae. Metagastric region with short sinuous striae strongly interrupted. Posterior branchial re-

gions and cardiac region with six main transverse striae, intercalated with slight and strongly interrupted striae. Cardiac region marked anteriorly by one stria. Median part of cardiac region crossed by three linear striae extending into branchial regions. Cardiac region with three aligned transverse tubercles posteriorly.

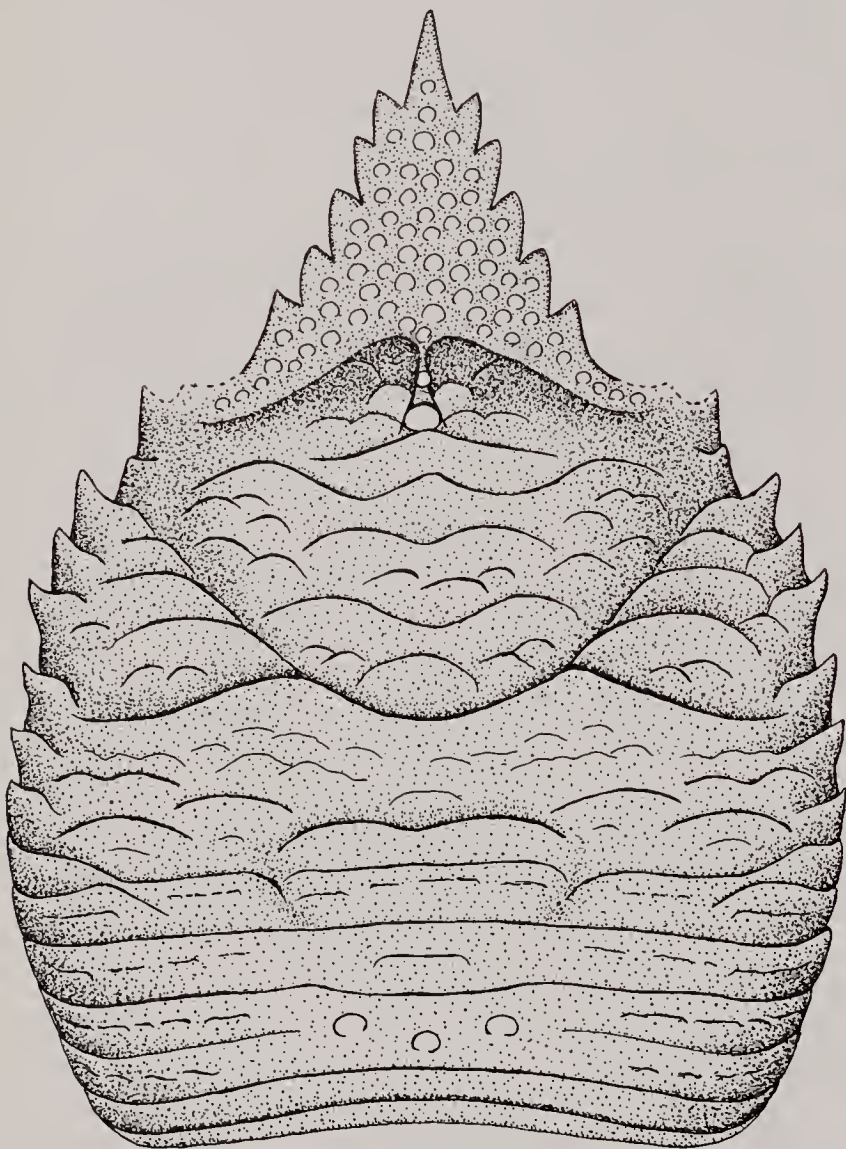



Fig. 5 – *Galathea berica* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

The main morphological features of *Galathea* Fabricius, 1793, referred to Glaessner (1969) are possession of a carapace with strongly marked transverse striae, lack of supraorbital spines, triangular or spatulate rostrum without median ridge, and deep cervical groove. Baba (1969) gave a new definition of *Galathea* Fabricius, 1793, describing new genera for some living aberrant forms.

Galathea Fabricius, 1793, is known in the fossil record from as far back as the Cretaceous with six species and eight indeterminate forms: *G. strigifera* von Fischer-Benzon, 1866, from the Danian (Paleocene) of Denmark; *G. spitzbergica* Gripp, 1927, from the Middle Miocene (?) of Spitzbergen Islands; *G.* sp. from the Ypresian (Lower Eocene) of the Veneto Region (N Italy); *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, from the Badenian (Middle Miocene) of Poland, Hungary and Austria; *G.* sp. from the Oligocene of Italy; *G. keiji* Karasawa, 1993, from the Middle Miocene of Japan; *G.* cfr. *G. squamifera* Leach, 1815, from the Langhian (Middle Miocene) of Spain; *G. squamifera* Leach, 1815, from the Messinian (Upper Miocene) of Spain; *G.* sp. from the Messinian (Upper Miocene) of Spain; *G.* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, from the Messinian of Greece; *G.* sp. from the Messinian (Upper Miocene) of Algeria; *G. affinis* Ristori, 1886 from the Piacenzian (Upper Pliocene) of Sicily and Sardinia (central and southern Italy); *G.* sp. from the Pliocene of New Zealand; and *G.* sp. from the Pleistocene of Japan (Bachmayer, 1950, 1953; Beschin *et al.*, 2000; Collins & Rasmussen, 1992; De Angeli & Messina, 1997; Di Salvo, 1933; Fabiani, 1910, 1915; Feldmann, 1992; Fischer-Benzon, 1866; Georgiades-Dikeoulia & Müller, 1984; Glaessner, 1928; Gripp, 1927; Hägg, 1925; Karasawa, 1993, 1997, 2000; Leach, 1815; Lörenthey, 1902, 1909; Moissette & Müller, 1990; Müller & Collins, 1991; Müller, 1974b, 1976, 1979, 1984a, 1993, 1996; Ristori, 1886; Solé & Via, 1989; Vicariotto & Beschin, 1994; Woodward, 1900).

Among the known species, *G. strigifera* von Fischer-Benzon, 1866, from the Danian of Denmark (Collins & Jakobsen, 1994; Jakobsen & Collins, 1997) shows some morphological features in common with *G. berica* n. sp. Although the two species have some similarities regarding the structure of the rostrum and the course of the transverse striae of carapace, a careful study points out their morphological differences.

The rostrum has five lateral spines in both species, with the only difference being that in *G. berica* n. sp. the rostrum narrows distally and does not have the thin median granulate ridge, present instead in the Danish species. The dorsal surface of the carapace in *G. strigifera* von Fischer-Benzon, 1866, is characterized by three main continuous and sinuous transverse striae in the gastric region and by four/five main continuous and sinuous transverse striae in the cardiac and branchial regions. By contrast, *G. berica* n. sp. has one/two main continuous and sinuous transverse striae in the gastric region and two/three main continuous and strongly sinuous transverse striae in the cardiac and branchial regions. Moreover, in the new species the main transverse striae are intercalated by many short and interrupted intermediate striae. Three aligned tubercles are present in the gastric region. Finally, *G. berica* n. sp. has wider epigastric lobes than the Danish species with four/five short and sinuous transverse striae.

Galathea valmaranensis n. sp.
Fig. 6, Pl. I (figs. 3, 4), Pl. II (fig. 1)

Diagnosis: subsquare carapace, as long as wide (excluding rostrum), slightly convex in transverse section; well developed triangular rostrum, with dorsal surface flat and granulated, and with four spines along lateral margins; lateral margins of carapace with seven spines; regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves, and provided with transverse striae sinuous and subparallel; postfrontal region with two carinate protuberances, and four median spines; epibranchial regions with sinuous striae posteriorly and one spine.

Etymology: the trivial name alludes to Valmarana region, where examined specimens were discovered.

Holotype: MCZ 2228.

Paratypes: MSNM i25147, i25148, i25149, i25150, i25151, i25152, i25153, i25154, i25155, i25156, i25157, i25158, i25159; MCZ 2230, 2231, 2233.

Type locality: Valmarana (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Lower Oligocene.

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species seventeen specimens (MSNM i25147, i25148, i25149, i25150, i25151, i25152, i25153, i25154, i25155, i25156, i25157, i25158, i25159; MCZ 2228, 2230, 2231, 2233).

MSNM i25147: maximum width = 5.1; maximum length = 7.8; length excluding rostrum = 5.4

MSNM i25151: maximum width = 4.1; maximum length = 6.2; length excluding rostrum = 4.3

MSNM i25152: maximum width = 3.5; length excluding rostrum = 4

MSNM i25156: maximum width = 5.3; maximum length = 8.4; length excluding rostrum = 5.6

MSNM i25157: maximum width = 7.2; length excluding rostrum = 7.6

MSNM i25158: maximum width = 4.2; length excluding rostrum = 4.4

MSNM i25159: maximum width = 5; length excluding rostrum = 5.3

MCZ 2228: maximum width = 4.9; maximum length = 7.8; length excluding rostrum = 5.3

MCZ 2230: maximum width = 7.1; length excluding rostrum = 7.5

MCZ 2231: maximum width = 7.3; length excluding rostrum = 8.2

MCZ 2233: maximum width = 6.2; length excluding rostrum = 7

Description. Subsquare carapace in dorsal view, as long as wide (excluding rostrum) slightly convex along margins in transverse section, with maximum width in posterior-median part. Rostrum triangular, well developed in length, with one long pointed median spine and four pair of spines on lateral margins. Pair of spines on rostral base shorter than others, representing inner orbital spines. Other pair of long and pointed spines with convex outer margin, decreasing anteriorly. Rostral surface slightly lowered in median part, and with some tubercles. Orbits with concave margins, and with one outer spine. Lateral margins long, slightly convex, and with seven spines. One long spine turned anteriorly present in antero-lateral angle. One spine present on margins of hepatic region. Three spines present on margins of epibranchial region and two spines to margins of mesobranchial region. Postero-lateral margins converging to wide, slightly concave posterior margin, bearing two strong dorsal ridges. Regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves, and with well developed transverse, sinuous and parallel striae. Two transverse processes at base of front with part more raised carinate, and with four spiny tubercles. These postfrontal processes form a sinuous depression anteriorly up to rostral base. Postfrontal processes interrupted in median part by groove marking anteriorly mesogastric region. Anterior gastric regions with six sinuous transverse striae. Mesogastric region marked posteriorly by a sinuous groove linked to margins with branchiocardiac grooves. Hepatic regions small. Epibranchial regions triangular, well distinct from cervical and branchiocardiac grooves. Epibranchial regions very convex to margins with four short striae and one spine. Posterior regions with two main striae almost parallel and continuous between margins of carapace. Anterior stria marks metagastric region posteriorly, provided with some weak sinuous and interrupted striae. Cardiac region anteriorly with straight stria, slightly convex anteriorly, and with one deep posterior groove. Posterior branchial regions, besides two main parallel striae, provided with some interrupted, weakly raised striae

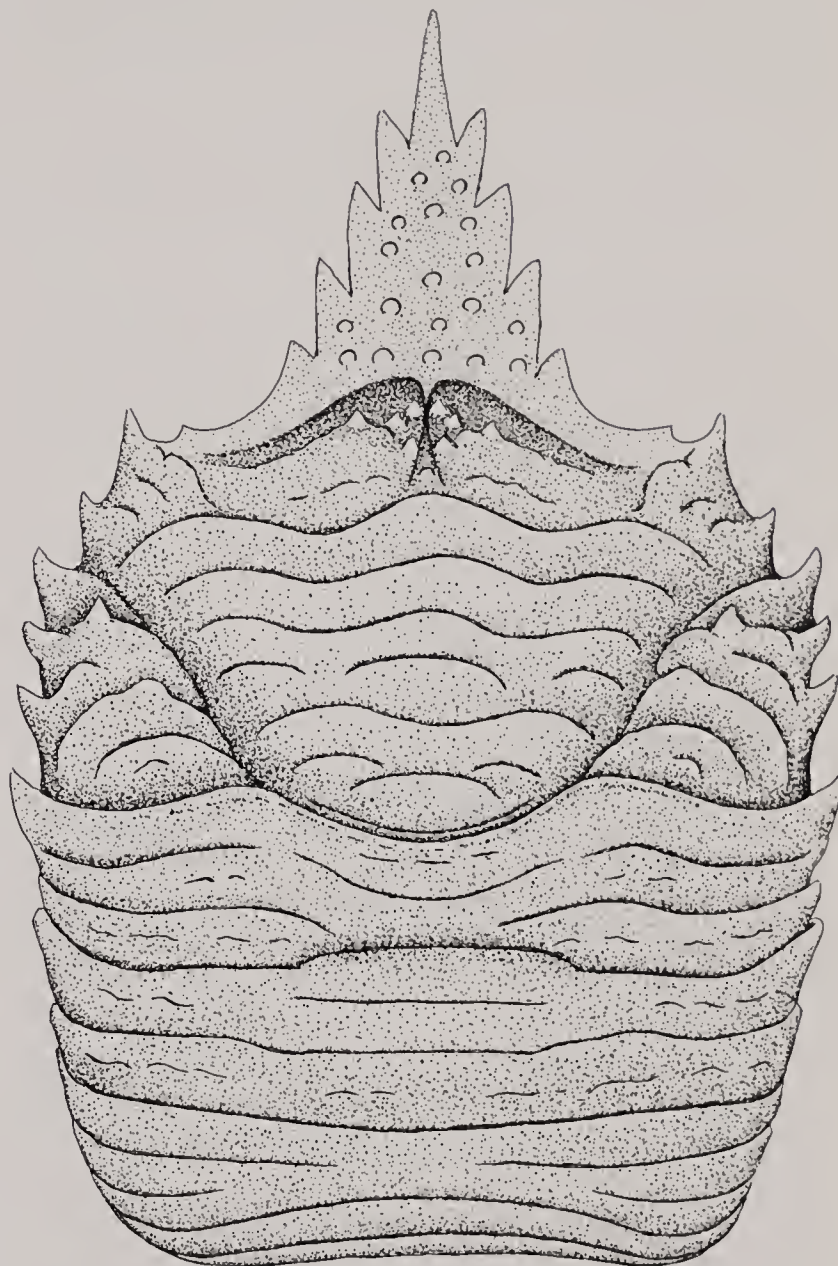



Fig. 6 – *Galathea valmaranensis* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

The study of many specimens, discovered in Oligocene limestones of Valmarana, revealed the presence of three different types of galatheid decapods, *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *Galathea* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, and *G. valmaranensis* n. sp., after comparison with other known fossil species. Morphological features of the carapace of the new species show some affinities with *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950. In fact, it is very similar the shape of carapace, number of spines along lateral margins, disposition of main striae on dorsal surface, presence of one pair of supraorbital spine, and three pairs of strong spines along rostral margins. However, *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, differs in exhibiting a less developed rostrum, presence of more straight main transverse striae, few weak intermediate striae, and epibranchial regions with more parallel and spineless striae. Shape of the carapace of *G. berica* n. sp. is

different, previously described: the rostrum is wider, with one pair of supraorbital spine, and five pairs of spines along the margins; there is a different disposition of transverse striae on dorsal surface, and *G. berica* n. sp. bears three tubercles on the posterior cardiac regions.

Finally, we point out that the specimen, ascribed by Vicariotto & Beschin (1994, Tav. 1, fig. 1) to *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, is instead better assigned to *G. valmaranensis* n. sp. for the same morphological features of carapace and rostrum.

Galathea cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950
Fig. 7, Pl. II (figs. 2, 3)

Occurrence and measurements: six carapaces collected in Valmarana (Monti Berici, Vicenza), Lower Oligocene. MSNM i25236, i25237, i25238; MCZ 2229, 2232, 2234.

MSNM i25236: maximum width = 4; length excluding rostrum = 4.1

MSNM i25237: maximum width = 5.3

MSNM i25238: maximum width = 4.2; length excluding rostrum = 4.4

MCZ 2229: maximum width = 3.7; maximum length = 5.1; length excluding rostrum = 3.8

MCZ 2232: maximum width = 4.5; length excluding rostrum = 4.8

MCZ 2234: maximum width = 4; maximum length = 6.2; length excluding rostrum = 4.1

Description. Carapace subsquare in dorsal view, as long as wide (excluding rostrum), convex in transverse section, and mainly enlarged posteriorly. Rostrum wide, provided with one long, pointed median spine, and four pairs of lateral spines. First pair, located on rostral base, represents supraorbital spines. Dorsal surface of rostrum weakly depressed in median part, and with abundant and irregular granulation. Orbits with concave margin and one outer spine. Lateral margins slightly convex with seven spines; two on hepatic margin, three on epibranchial margin, and two on posterior branchial margin. Regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves. On rostral base two postfrontal raised striae placed obliquely, and slightly bent, interrupted in median part by deep groove. Gastric regions with three main, continuous and sinuous striae, and two weak, short, less raised striae. Epibranchial regions triangular with two short, sinuous striae; well marked by cervical and branchiocardiac grooves. Metagastric region slightly lowered. Cardiac region convex dorsally, and marked to margins by weak oblique grooves and interruption of transverse striae on carapace. Cardiac region anteriorly with raised stria slightly bent forwards, while posteriorly provided instead of one raised, straight stria, running also on branchial regions. Posterior branchial regions with five striae slightly sinuous along margins.

Fig. 7 – *Galathea* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

Examined specimens show some morphological features, also observable in *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, described from the Badenian (Middle Miocene) of Austria, Hungary, and Poland (Bachmayer, 1950, 1953; Müller, 1984, 1996). In fact, the shape of rostrum is very similar, wide and provided with one pair of supraorbital spines, and three pairs of lateral spines; the number of spines of lateral margins of carapace is similar, as is the distribution of striae on the dorsal surface of carapace. However, *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, has a rostrum with dorsal ornamentation of weak granulation, some spines on postfrontal processes, and a cardiac region not distinctly defined by grooves, breaking the transverse striae.

For this reason, we have decided to give an indeterminate ascription to the examined specimens for the above mentioned morphological differences.

Two specimens ascribed to *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, from the Lower Oligocene of Perarolo (De Angeli & Messina, 1997) are not well preserved, preventing a comparison with examined specimens.

Genus *Acanthogalathea* Müller & Collins, 1991
new status

Type species: *Galathea (Acanthogalathea) parva* Müller & Collins, 1991

Diagnosis: subsquare carapace, longer than wide, convex transversely; triangular rostrum carinate dorsally, narrow and elongate, with one strong supraorbital spine and one shorter spine along margins; regions of carapace

marked by deep cervical and branchiocardiac grooves; mesogastric and cardiac regions strongly raised; dorsal surface of carapace with interrupted transverse striae, and strongly sinuous short striae; strong spines on gastric, cardiac, and branchial regions, and along posterior margin.

Discussion

Müller and Collins (1991) described *Galathea (Acanthogalathea) parva* based upon a poorly preserved specimen from the Upper Eocene of Budapest (Hungary), justifying the definition of the subgenus on two morphological features; strong spines located in mesogastric, cardiac, and branchial regions, and a narrow rostrum with subbasal spines. They ascribed the examined specimen to *Galathea* Fabricius, 1793, based upon the shape and ornamentation of the transverse striae, typical of this genus. The discovery of many specimens in the Priabonian (Upper Eocene) rocks of the S. Feliciano quarry, permitted description of some morphological features that establish their assignement to Müller and Collins's species, and justify also the exclusion of these specimens from *Galathea* Fabricius, 1793, *sensu stricto*, and necessitate the "*status novus*" of *Acanthogalathea*. *Galathea* Fabricius, 1793, is characterized by having a carapace with more or less well developed transverse striae, absence of supraorbital spines, spatulate rostrum without median ridge, and poorly developed regions of the carapace. The presence in the examined specimens of transverse striae, strong spines on regions of carapace, gastric and cardiac regions strongly raised, narrow and elongate rostrum, carinate dorsally, and with one median spine and two spines along margins, precludes their assignment to *Galathea* Fabricius, 1793. If the examined specimens and the type specimen from the Hungarian Eocene belong to the same species, as we propose herein, these specimens must belong to a different genus. We propose elevating *Acanthogalathea* Müller & Collins (1991) to generic level. Moreover we think, as pointed out by Schweitzer & Feldmann (2000: 158), that *Acanthogalathea* n. gen. belongs to subfamily Galatheinae based upon the presence of transverse striae on carapace, and one pair of supraorbital spines on the base of the rostrum, generally absent in representatives of subfamily Munidopsinae Ortmann, 1898. However, the presence of convex gastric and cardiac regions superficially suggests association with the subfamily Munidopsinae Ortmann, 1898, especially with representatives of *Munidopsis* Whiteaves, 1874. This convexity of gastric regions, typical of subfamily Munidopsinae Ortmann, 1898, could indicate an intermediate position for *Acanthogalathea* n. gen. between Galatheinae Samoulle, 1819, and Munidopsinae Ortmann, 1898.

Acanthogalathea parva (Müller and Collins, 1991)
Fig. 8, Pl. II (fig. 4), Pl. III (figs. 1, 2)

1991 – *Galathea (Acanthogalathea) parva*, Müller and Collins, p. 56, t. 2 (fig. 3), text-fig. 2h

Holotype: E.F. 31 – M. 91-106, housed in Magyar Allami Földtani Intézet (Budapest, Hungary).

Occurence and measurements: eight specimens collected in S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (Upper Eocene). MSNM i25239, i25240, i25241, i25242; MCZ 2174, 2175, 2176, 2177.

MSNM i25240: maximum width = 8.4; length excluding rostrum = 8.2

MSNM i25241: maximum width = 3.2

MCZ 2174: maximum width = 8.7; length excluding rostrum = 8.8

MCZ 2175: maximum width = 6.3; maximum length = 8; length excluding rostrum = 6.2

MCZ 2176: maximum width = 9.2; maximum length = 12.2; length excluding rostrum = 8.7

MCZ 2177: maximum width = 8.3

Fig. 8 – *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), carapace reconstruction, line drawing.

Although the specimen studied by Müller and Collins (1991) is poorly preserved, we assign the examined specimens to this species based upon some morphological features, such as subsquare shape of carapace, presence on the lateral margins of carapace of spines, course of transverse striae, presence of strong spines on regions of the carapace, presence of one pair of spines at the base of the rostrum, and convex shape of gastric and cardiac regions. The good state of preservation of the examined specimens permits observation of some features, not preserved in the holotype, that broaden the morphological description of *A. parva* (Müller and Collins, 1991). The rostrum, incomplete in the holotype,

is well preserved in two specimens (MCZ 2175, 2176). It is triangular, narrow, well developed anteriorly, and bears a pointed distal extremity. Dorsal surface of the rostrum bears transverse striae, and one short median granulate stria, extending for 1/3 of its length. One pair of spines located on margins of rostrum. One pair of strong spines located at the base of the rostrum. One small spine located between the supraorbital spines and anterior spine. Gastric regions are convex, and well marked by mesogastric groove. Mesogastric region is strongly raised in median part. Gastric region is also strongly raised, and bears four tubercles transversely aligned. The posterior margin of carapace is wide and slightly concave, with a marginal ridge provided with strong, aligned tubercles. All regions of the carapace are characterised by short, strongly sinuous transverse striae, and strong spines.

Acanthogalathea feldmanni n. sp.
Fig. 9, Pl. III (figs. 3, 4)

Diagnosis: carapace as long as wide, convex in transverse section; regions of carapace marked by cervical and branchiocardiac grooves, and with sinuous striae and spines; one pair of spines at base of rostrum; gastric regions with two straight continuous striae, the first with five spines, and the second with two spines; epibranchial regions with one spine; cardiac region with two spines; posterior branchial regions with three spines and sinuous striae bent anteriorly.

Etymology: dedicated to R. M. Feldmann, as recognition for the many studies, carried out on fossil decapod crustaceans.

Holotype: MCZ 2178.

Paratype: MCZ 2188.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species two specimens (MCZ 2178, 2188).

MCZ 2178: length excluding rostrum = 6.8

MCZ 2188: maximum width = 9.2; length excluding rostrum = 8.5

Description. Carapace subsquare in dorsal view, as long as wide, convex in transverse section, mainly enlarged posteriorly. Subtriangular rostrum incomplete in distal extremity, with one strong supraorbital spine. Dorsal surface of rostrum depressed, and with a short median granulate ridge in anterior part. Orbits well developed, with concave and slightly granulate margins provided with one outer spine. Regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves. Anterior part of carapace bears two postfrontal protuberances, both provided with two spines. Narrow anterior process of mesogastric region well marked to margins by a groove, also extending between epigastric lobes. Posterior mesogastric region raised, with three sinuous striae. Protogastric regions bear two straight transverse striae. First stria with five spines one of which is on anterior mesogastric process, and two on each protogastric region, while second one bears one spine on each protogastric region. Hepatic region provided with two weak spines. Epibranchial regions triangular, well marked by cervical and branchiocardiac regions, and with short, sinuous striae and one spine. Metagastric region strongly depressed, with weak striae. Cardiac region raised and provided with two spines. Posterior branchial regions with sinuous striae, converging anteriorly, and three metabranchial spines.

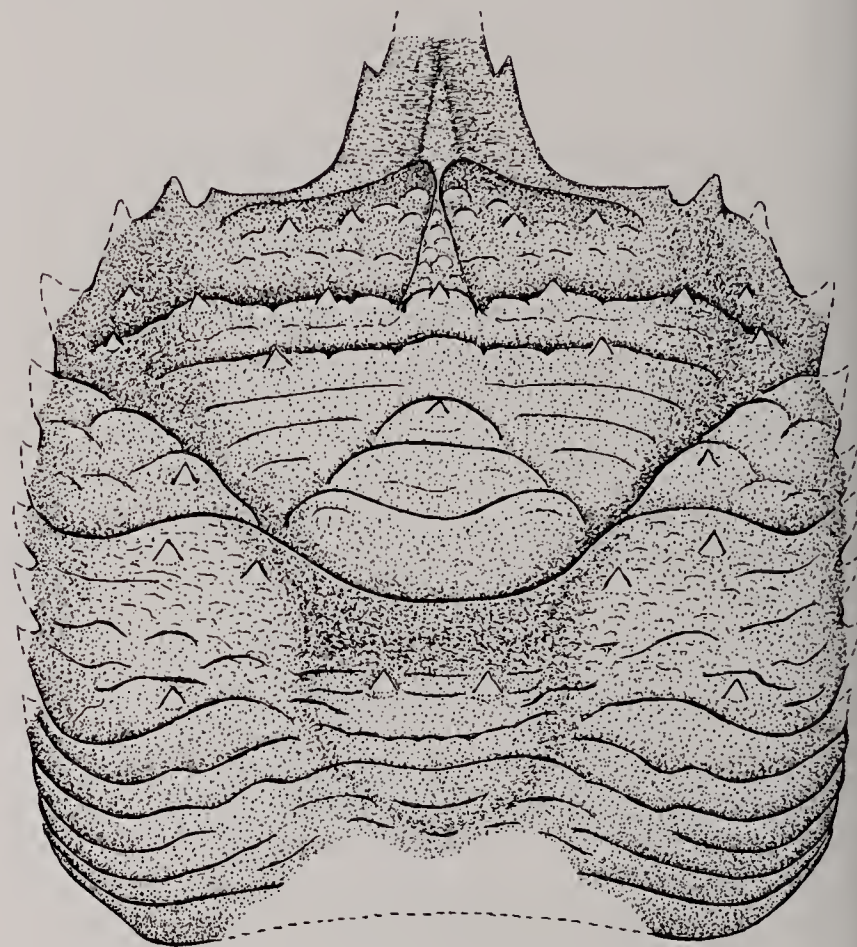



Fig. 9 – *Acanthogalathea feldmanni* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

Even though incomplete, the examined carapaces show some morphological similarities with *A. parva* (Müller and Collins, 1991), such as presence of regions of carapace with sinuous transverse striae and spines. Another similar morphological feature is the presence of strongly raised gastric and cardiac regions. However, *Acanthogalathea feldmanni* n. sp. differs from *A. parva* (Müller & Collins, 1991) which has sinuous striae on the gastric regions, a cardiac region with four spines instead of two, and sinuous ridges posteriorly on posterior branchial regions.

Genus *Lessinigalathaea* nov.

Diagnosis: subsquare carapace, convex in transverse section toward anterior part; lateral margins of carapace with spines; dorsal regions with subparallel transverse striae and spines; rostrum flat, with one pair of orbital spines, located at base of rostrum; rostrum wide anteriorly with parallel margins, and tridentate distal extremity; short rostral spine; orbits developed, with weak outer orbital spine.

Type species: *Lessinigalathea regale* n. sp.

Etymology: the trivial name alludes to Monti Lessini where the examined specimens were discovered and *Galathea* Fabricius, 1793, that shows many morphological affinities with new genus.

Description: same as for type species.

Discussion

Lessinigalathea n. gen. shows some morphological affinities with *Galathea* Fabricius, 1793, in the presence of dentate lateral margins with subparallel transverse striae, and spines. However, the new genus differs in being more transversely convex in the anterior part of carapace and in the presence of a wide rostrum with parallel margins and at tridentate extremity, and one pair of orbital spines along the margins. This shape of rostrum with only two pair of spines along margins is present in two living genera; *Sadayoshia* Baba, 1969, and *Janetgalathea* Baba & Wicksten, 1997. *Sadayoshia* Baba, 1969, was described based upon some species with aberrant features respect to representatives of *Galathea* Fabricius, 1793, placing it in an intermediate stage between *Galathea* Fabricius, 1793, with four pairs of spines along rostral margins, and *Munida* Leach, 1820, with only one pair of spines (Baba, 1969, 1972). This genus differs from *Lessinigalathea* n. gen. in exhibiting a triangular rostrum with one long, dorsally carinate median spine, and two pairs of supraorbital spines along the margins. *Janetgalathea* Baba & Wicksten, 1997, described on the type species *Galathea californiensis* Benedict, 1902, shows instead one pair of strong spines on the rostral base, weakly developed and relatively deep orbits, provided with one well developed outer spine, and absence of an antero-lateral angle. The rostral shape of the new genus shows affinities with fossil species *Paragalathea straeleni* (Ruiz de Gaona, 1943) and *P. ruizi* (Van Straelen, 1940). However, these latter two species lack supraorbital spines, have weakly marked regions of carapace, and are characterised by irregular scaliness. We propose erection of a new genus based upon morphological features reported in diagnosis.

Lessinigalathea regale n. sp.
Fig. 10, Pl. IV (fig. 1)

Diagnosis: same as for genus.

Etymology: the trivial name alludes to tridentate distal extremity of rostrum that resembles a king's crown.

Holotype: MCZ 2246.

Paratypes: MCZ 2256, 2257.

Type locality: Monte Magrè di Schio (Vicenza).

Geological age: Ypresian (Lower Eocene).

Occurence and measurements: we ascribe to the new species three specimens (MCZ 2246, 2256, 2257).

MCZ 2246: maximum width = 8.8; maximum length = 12.1; length excluding rostrum = 9.2

MCZ 2257: maximum width = 9.8; length excluding rostrum = 10.1

Description. Subsquare carapace in dorsal view, as long as wide (excluding rostrum), convex in transverse section, above all in anterior part, and widest posteriorly. Rostrum wide, well developed anteriorly, and with tridentate extremity. Posteriorly rostrum provided with wide base, and with one pair of strong spine, marking inside orbital margin. Dorsal surface of rostrum flat, slightly depressed in median part, and with short and sinuous, very weak striae. Orbits well developed, with concave supraorbital margin, and provided with one weak outer spine. Lateral margins of carapace long and weakly convex, with one spine in antero-lateral angle, one hepatic spine, two epibranchial spines, and two posterior branchial spines. Postero-lateral margins converging posteriorly. Posterior margin wide and concave, with a strong marginal ridge. Regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves with main transverse striae having slightly granulate anterior part and relatively deep gooves. Main striae intercalated with weak and sinuous, strongly interrupted striae. Two postfrontal processes on rostral base, located transversally, and with ten strong spines decreasing in size laterally. Anterior process of mesogastric region well marked by one groove, bearing two rounded tubercles. Mesogastric region with five main transverse striae, continuous onto protogastric regions. Protogastric region with one small spine along margins. Hepatic regions small, and with one weak spine. Epibranchial regions triangular, with short, weak strongly interrupted sinuous striae. Epibranchial regions well marked by cervical and branchiocardiac grooves. Cardiac region well marked along margins by interruption of transverse striae of carapace. Cardiac region with four main transverse striae of which first bears a deep anterior groove. Cardiac region marked posteriorly by one convex stria in median part, and continuous onto branchial regions. Posterior branchial regions with six main, almost straight striae, and with one spine located posterior to branchiocardiac groove, to margins of metagastric regions.

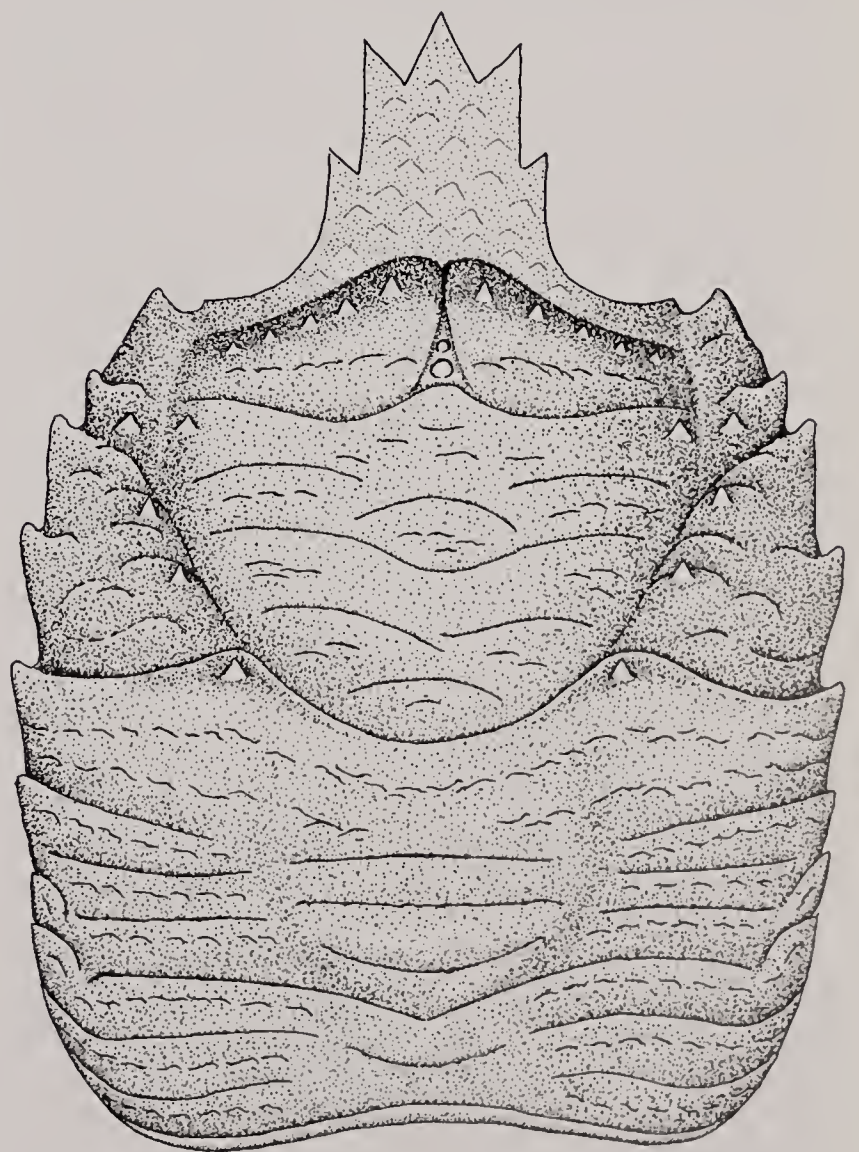



Fig. 10 – *Lessinigalathea regale* n. gen., n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

Examined specimens of *L. regale* n. sp. were discovered in Ypresian levels rich of algal and coral fragments, located in Monte Magrè of Schio (Vicenza), and they are associated with brachyurans belonging to *Cyamocarcinus angustifrons* Bittner, 1883. *Galathea* sp. of the Lower Eocene of Contrada Gecchelina of Monte di Malo (Vicenza), represented by Beschin *et al.* (2000) shows some morphological affinities with the new species, such as shape of transverse striae and presence of postfrontal spines. This specimen, incomplete in frontal part, was discovered in coeval levels, associated with corals and other decapod crustaceans among which are many specimens of *C. angustifrons* Bittner, 1883.

Genus *Palaeomunida* Lörenthey, 1901

Type species: *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901

Palaeomunida defecta Lörenthey, 1901
Fig. 11, Pl. IV (figs. 2, 3, 4, 5), Pl. V (fig. 1)

1901 – *Palaeomunida defecta*; Lörenthey, p. 807, t. 1 (fig. 3)
1929 – *Palaeomunida defecta*; Lörenthey & Beurlen, p. 80, t. 3. (figs. 5-7)
1969 – *Palaeomunida defecta*; Via, p. 405
1975 – *Galathea* sp.; Müller, p. 516, 520
1991 – *Galathea (Paleomunida) defecta*; Müller & Collins, p. 56, t. 1. (figs. 12, 13), t. 2 (fig. 1) text-fig. 2g
2000 – *Palaeomunida defecta*; Schweitzer & Feldmann, p. 158
2001 – *Palaeomunida defecta*; Beschin *et al.*, p. 15, t. 1 (figs. 2, 3)

Holotype: housed in Magyar Allami Földtani Intézet (Budapest, Hungary).

Occurrence and measurements: nine specimens collected in S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (Upper Eocene) (MSNM i25199, i25200, i25201, i25202, i25203, i25205, i25206; MCZ 2185, 2245); fifteen specimens collected in Alonte quarry (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (Upper Eocene) (MSNM i25189, i25190, i25191, i25192, i25193, i25194, i25195, i25196, i25197, i25198, i25204, i25207; MCZ 2247, 2248, 2249); thirthy-one specimens collected in Valmarana (Vicenza), Lower Oligocene (MSNM i25160, i25161, i25162, i25163, i25164, i25165, i25166, i25167, i25168, i25169, i25170, i25171, i25172, i25173, i25174, i25175, i25176, i25177, i25178, i25179, i25180, i25181, i25182, i25183, i25184; MCZ 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240); seven propodus and three merus collected in Valmarana (Vicenza), Lower Oligocene (MSNM i25185, i25186, i25187, i25188, i25219, i25220, i25221, i25222; MCZ 2241, 2242).

MSNM i25160: maximum width = 8.4; length excluding rostrum = 8.7
MSNM i25161: maximum width = 13.2; length excluding rostrum = 14
MSNM i25162: maximum width = 8.5; length excluding rostrum = 9
MSNM i25163: maximum width = 10.3; length excluding rostrum = 11.3
MSNM i25164: maximum width = 4; length excluding rostrum = 4.1
MSNM i25165: maximum width = 15.8; length excluding rostrum = 17.6
MSNM i25167: maximum width = 13.7; length excluding rostrum = 14.6
MSNM i25170: maximum width = 5.8; maximum length = 9.5; length excluding rostrum = 6.6
MSNM i25171: maximum width = 11.7; length excluding rostrum = 12.6
MSNM i25172: maximum width = 13.9; length excluding rostrum = 14.4
MSNM i25179: maximum width = 5.8; length excluding rostrum = 6
MSNM i25180: maximum width = 4.7; length excluding rostrum = 4.9
MSNM i25181: maximum width = 9.5; length excluding rostrum = 10.3
MSNM i25189: maximum width = 5.4; length excluding rostrum = 5.1
MSNM i25191: maximum width = 6.7
MSNM i25192: maximum width = 5.7
MSNM i25194: maximum width = 9.3; length excluding rostrum = 9.1
MSNM i25198: maximum width = 12.1
MSNM i25199: maximum width = 12.8; length excluding rostrum = 12.5
MSNM i25202: maximum width = 5.3; length excluding rostrum = 5.7
MSNM i25206: maximum width = 4.1; length excluding rostrum = 3.8
MSNM i25207: maximum width = 7.7; length excluding rostrum = 7.5
MCZ 2236: maximum length = 11.3; length excluding rostrum = 12
MCZ 2237: maximum length = 19.8; length excluding rostrum = 14.1
MCZ 2238: maximum width = 13.9
MCZ 2239: maximum width = 16.9; maximum length = 23.8; length excluding rostrum = 17.2
MCZ 2240: maximum width = 9.5; maximum length = 14; length excluding rostrum = 10.2
MCZ 2245: maximum width = 11.4; length excluding rostrum = 10.9
MCZ 2247: maximum width = 8.6; length excluding rostrum = 9.1
MCZ 2249: maximum width = 8.5; length excluding rostrum = 8.4

The examined specimens are referred to this species based upon possession of a triangular rostrum, with pointed median spine, three pairs of lateral spines, and dorsal median granulate ridge; lateral margins of carapace with six spines, two on hepatic margin, two on epibranchial margin, and two on posterior branchial margin; regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves; dorsal surface of carapace with transverse parallel striae; one transverse stria on anterior margin of cardiac region which is bent forwards.

Palaeomunida defecta Lörenthey, 1901, was described on morphological features of some specimens, discovered in coralligenous calcarenites from the Priabonian (Upper Eocene) of Kis-Svábhegy (Budapest, Hungary).

Lörenthey & Beurlen (1929) gave a detailed and illustrated description of this species. Recently, Müller & Collins (1991) described some carapaces and propodites ascribed to this species, discovered in association with other decapod crustaceans and corals from the Priabonian of the Szépvölgy Formation (Budapest). The authors pointed out that the median granulate ridge located on the dorsal surface of the rostrum, a typical feature of this genus, is present in some species of *Galathea* Fabricius, 1793. They considered *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, to be a subgenus of *Galathea* Fabricius, 1793. However, Schweitzer & Feldmann (2000) believed it to be a valid genus in the subfamily Galatheinae Samouelle, 1819, based upon the typical carinate rostrum. As already pointed out by Müller & Collins (1991), the rostrum of *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, shows close similarities to that of the living Indo-Pacific genus *Sadayoshia* Baba, 1969. However, this genus differs from *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, in the presence of only two pairs of spines along margins and not three as in the Hungarian genus.

Examined specimens were discovered in S. Feliciano and Alonte quarries, located on the SW side of Monti Berici and dated from the Priabonian (Upper Eocene), and discovered in levels of the Lower Oligocene of Valmarana (N Monti Berici). Eocene specimens are similar to the specimen figured by Müller & Collins (1991). Oligocene specimens are well preserved and do not show important differences in carapace morphology with respect to the Eocene specimens. However, Oligocene specimens possess more raised striae, and deeper anterior grooves of transverse striae. Some protopodites of pereiopod I are present among specimens from Valmarana, being equivalent with specimen figured by Müller & Collins (1991, Pl. 1, figs. 12, 13) from the Priabonian of Budapest. *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, has already been known with some specimens, discovered in the Lower Oligocene of Monte Grumi di Castelgomberto (Beschin *et al.*, 2001). Finally, we point out that specimens ascribed to *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, by Vicariotto & Beschin (1994, Tav. 1, figs. 2, 3) from the Lower Oligocene of Valmarana, must be ascribed to *P. defecta* Lörenthey, 1901.

Fig. 11 – *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, carapace reconstruction, line drawing.

Palaeomunida multicristata n. sp.
Fig. 12, Pl. V (figs. 2, 3, 4)

Diagnosis: subsquare carapace, convex in transverse section; front with wide base and granulate longitudinal median ridge; short triangular rostrum, with one long median spine, and three lateral spines; well developed cervical and branchiocardiac grooves; epigastric lobes granulate; anterior process of mesogastric region with one rounded lobe; gastric and branchial regions with three main transverse striae, continuous, and very deep.

Etymology: the trivial name alludes to the presence of a series of transverse striae, located in gastric and branchial regions.

Holotype: MCZ 2184.

Paratypes: MCZ 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2221, 2222, 2223.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species nine specimens (MCZ 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2221, 2222, 2223).

MCZ 2179: maximum width = 10.3

MCZ 2180: maximum width = 6.6

MCZ 2181: maximum width = 8.7

MCZ 2183: maximum width = 4.7; maximum length = 6.2; length excluding rostrum = 4.8

MCZ 2184: maximum width = 8.5; maximum length = 10.6; length excluding rostrum = 8.2

Description. Carapace subsquare in dorsal view, longer than wide, slightly convex in transverse section, straight in longitudinal section, and enlarged chiefly in median part. Short triangular rostrum with a wide base, developed anteriorly in one long median spine. Lateral margins of rostrum with three spines turned forward, shorter than median spine. Dorsal surface of rostrum depressed, with granulate longitudinal median ridge developed along rostral median spine. Dorsal surface of rostrum granulate along margins of median ridge. Orbits with concave margin, and small orbital spine along margins. Lateral margins of carapace long, slightly convex, and with six short spines directed forward: one spine located in anterior antero-lateral angle, one spine on hepatic margin, three on epibranchial margin, and one on mesobranchial margin. Posterolateral margins convergent to posterior margin, incomplete in all specimens. Cervical and bran-

chiocardiac grooves well developed. Epigastric lobes well developed, with two elongate processes located obliquely on rostral base, superficially granulate, and anteriorly marked by a groove forming an angle of 130°. Mesogastric region triangular marked by narrow process with one rounded tubercle, and two weak lateral grooves. Mesogastric and protogastric regions with three main continuous, sinuous, transverse striae, well raised forming anteriorly deep grooves. Intermediate striae among main striae. Epibranchial regions, marked by cervical and branchiocardiac grooves, triangular, with three short sinuous striae. Metagastric and branchial regions with three continuous, sinuous, transverse striae, well raised and forming anteriorly deep grooves. Main striae alternate with thin continuous or interrupted intermediate transverse striae.

Discussion

Palaeomunida multicristata n. sp. shows close morphological affinities with *P. defecta* Lörenthey, 1901, such as possession of a triangular rostrum with three lateral spines, and granulate median longitudinal ridge. However, in the Hungarian species the rostrum is most developed anteriorly and lateral spines are different in shape. Moreover, epigastric lobes are not so strongly granulate, and the transverse striae on dorsal surface of carapace do not have many intermediate transverse striae. *Palaeomunida multicristata* n. sp. shows close morphological affinities with specimen of the Priabonian of Sicily (locality "Balzo del Gatto", Monreale, Palermo – S Italy), ascribed by Di Salvo (1933) to *P. defecta* Lörenthey, 1901. We question the assignment of Di Salvo's specimen to the Hungarian species; the rostrum of Di Salvo's material bears only two lateral spines, the subsquare carapace is as long as wide, and the continuous, transverse striae are intercalated with short and interrupted striae. These features are very different from those observable in the type specimen. Therefore, we think that the Sicilian specimen is better referred to *P. multicristata* n. sp., rather than to *P. defecta* Lörenthey, 1901.

Palaeomunida Lörenthey, 1901, is known in the fossil record only from *P. defecta* Lörenthey, 1901, from the Priabonian (Upper Eocene) of Hungary. Although Müller and Collins (1991) consider *Palaeomunida* Lörenthey, 1901, to be a subgenus of *Galathea* Fabricius, 1793, Schweitzer and Feldmann (2000) consider it a valid genus of the Galatheinae Samouelle, 1819, based upon the typical carinate rostrum. The discovery of *P. multicristata* n. sp. in the Priabonian of Vicenza (N Italy) extends the knowledge of this genus known to date only with the type species.

Fig. 12 – *Palaeomunida multicristata* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Genus *Spathagalathea* nov.

Diagnosis: subsquare carapace, transversely convex; spatulate rostrum with three distal spines of which central one is more elongate; wide orbits without supraorbital spines; cervical and branchiocardiac grooves absent; epigastric lobes with four spiny tubercles; dorsal surface of carapace with strong sinuous and transverse striae.

Type species: *Spathagalathea minuta* n. sp.

Etymology: the trivial name alludes to the spatula shaped rostrum.

Description: same as for type species.

Discussion

We justify the erection of *Spathagalathea* n. gen. on the basis that it lacks morphological affinities with the other fossil and living genera, belonging to the family Galatheidae Samoulle, 1819. The strongly enlarged rostrum with three distal spines, interspaced with serrate lateral margins, is the most distinctive feature of this genus, separating it from the other fossil and living genera. *Spathagalathea* n. gen. shows morphological affinities with *Mesogalathea striata* (Remeš, 1895) of the Hauterivian (Lower Cretaceous) of Poland and Hungary, such as having a well developed rostrum, and lacking supraorbital spines; and some species belonging to *Paragalathea* Patrulius, 1960, of Jurassic and Cretaceous of Europe with spatulate and trilobate rostrum (Via Boada, 1982). *Spatagalathea* n. gen. must be referred to the subfamily Galatheinae Samoulle, 1819, on the basis of presence of strong transverse striae on dorsal surface of carapace as in *Galathea* Fabricius, 1793. However, the new genus differs from representatives of *Galathea* Fabri-

cius, 1793, in that the carapace is more convex transversely and lacks lateral spines, it lacks cervical and branchiocardiac grooves, has a different shape of rostrum, and lacks supraorbital spines.

Spathagalathea minuta n. sp.
Fig. 13, Pl. VI (figs. 1, 2)

Diagnosis: same as for genus.

Etymology: the trivial name alludes to the small size of examined specimens.

Holotype: MCZ 2192.

Paratype: MCZ 2189, 2190, 2191, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2218.

Type locality: S. Feliciano and Alonte quarry (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species nine specimens collected in S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (MCZ 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197); one specimen collected in Alonte quarry (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (MCZ 2218).

MCZ 2189: maximum width = 2.5; length excluding rostrum = 2.3

MCZ 2190: maximum length = 3.7; length excluding rostrum = 2.5

Fig. 13 – *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

MCZ 2191: maximum width = 2.8; maximum length = 3.7; length excluding rostrum = 2.5

MCZ 2192: maximum length = 3.3

MCZ 2193: length excluding rostrum = 2.5

MCZ 2194: maximum width = 2.8; maximum length = 3.6; length excluding rostrum = 2.6

MCZ 2195: maximum width = 2.3

MCZ 2196: maximum width = 2.2; maximum length = 3.1; length excluding rostrum = 2

MCZ 2197: maximum width = 2.5; maximum length = 2.8; length excluding rostrum = 2.2

MCZ 2218: maximum width = 2.6; length excluding rostrum = 2.5

Description. Carapace subsquare in dorsal view, as long as wide; laterally convex, chiefly inflated in median part. Anterior margin extends into spatulate rostrum with smooth, flat dorsal surface, and small transverse striae. Anterior margin of rostrum triangular with central elongate spine with rounded distal extremity, and two short lateral spines in anterior one-third. Rostral margins extending from anterior margin to smooth lateral spines, and between the strongly serrate central and lateral spines. Orbits strongly developed with concave supraorbital margin, slightly raised, smooth, and provided with one spine in outer lateral angle. Lateral margins of carapace convex, marked by presence of dorsal transverse striae. Cervical and branchiocardiac grooves absent. Epigastric lobes well developed close to rostral base, with four large spiny tubercles. Posteriorly one stria forms in median part a weak tubercle, representing anterior process of mesogastric region. Regions of carapace with strong transverse parallel striae: three sinuous and interrupted striae in anterior gastric regions, and three sinuous and continuous striae, intercalated with some short and interrupted striae in metagastric and cardiobranchial regions.

Family Chirostylidae Ortmann, 1892

Genus *Eumunida* Smith, 1883

Type species: *Eumunida picta* Smith, 1883

Eumunida pentacantha (Müller and Collins, 1991)
Fig. 14, Pl. VI (figs. 3, 4)

1991 – *Protomunida pentacantha* - Müller and Collins, p. 57, t. 1.(figs. 15, 16), text-fig. 2i

2000 – *Eumunida pentacantha* – Schweitzer & Feldmann, p. 159

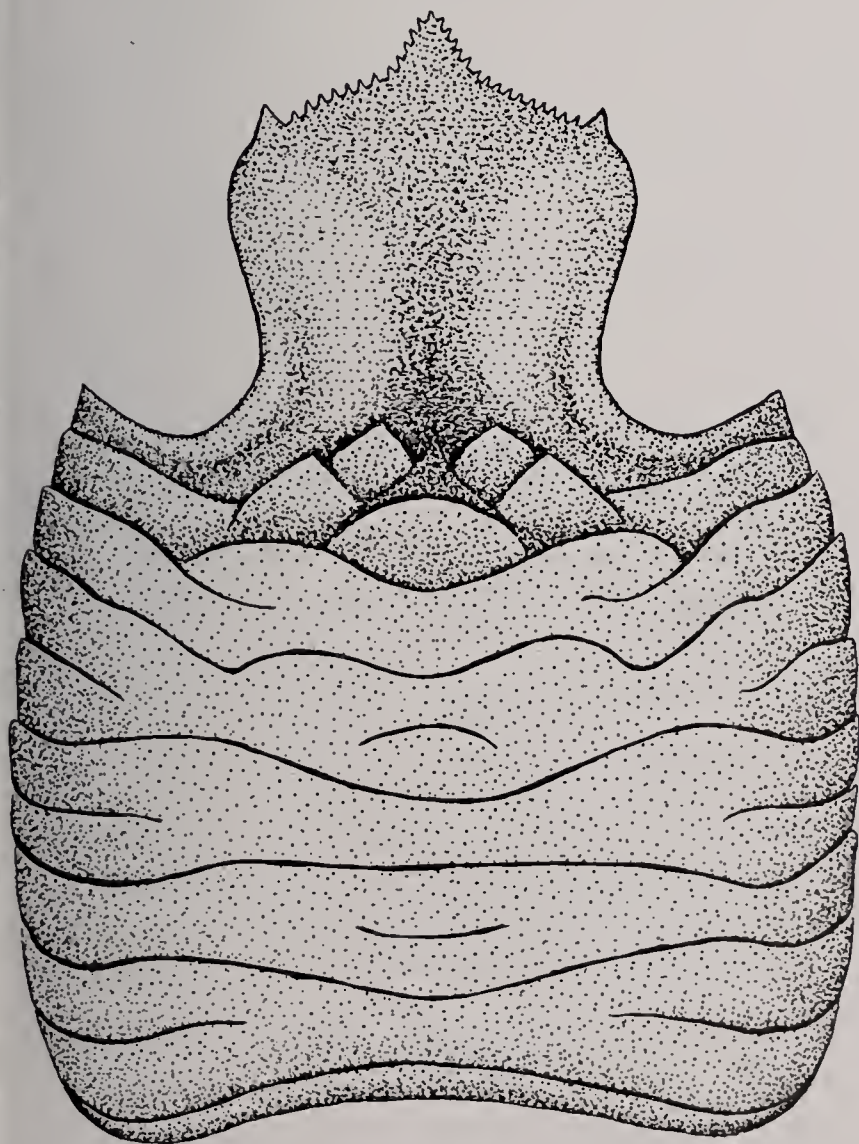
Holotype: EBM-1.1 – M. 91-116, deposited in Magyar Allami Földtani Intézet (Budapest, Hungary).

Occurrence: eighteen specimens, collected from S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (Upper Eocene). (MSNM i25208, i25209, i25210, i25211, i25212, i25213, i25214, i25215, i25216, i25217, i25218; MCZ 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173).

MSNM i25208: length excluding rostrum = 6.2

MSNM i25209: length excluding rostrum = 7.3

MSNM i25210: maximum width = 4.5

MSNM i25211: maximum width = 5.2; length excluding rostrum = 5.3

MSNM i25212: maximum width = 8.2
MSNM i25213: maximum width = 6.8; length excluding rostrum = 6.9
MSNM i25214: maximum width = 2.9; length excluding rostrum = 3
MSNM i25215: maximum width = 5.8
MSNM i25216: maximum width = 8.1
MSNM i25218: maximum width = 6.3; length excluding rostrum = 6.5
MCZ 2167: maximum width = 8.2; length excluding rostrum = 8.3
MCZ 2168: maximum width = 6.7; maximum length = 10.5; length excluding rostrum = 6.9
MCZ 2169: maximum width = 4.2; length excluding rostru = 4.4
MCZ 2170: maximum width = 7.8; length excluding rostrum = 8.2
MCZ 2172: maximum width = 7; maximum length = 10.3; length excluding rostrum = 7.2
MCZ 2173: maximum width = 4; length excluding rostrum = 4.1

The examined specimens were ascribed to this species on the basis of exhibiting three common morphological features: narrow and elongate rostrum with two strong supraorbital spines located on rostral base, epigastric processes with six spiny aligned tubercles, and number and disposition of transverse striae, especially in the cardiac and branchial regions. Although the original description of *P. pentacantha* Müller and Collins, 1991, was based for the most part on features of the carapace, the study of the examined specimens reveals some morphological features that were poorly described by the authors. The examined specimens show a nearly complete rostrum with a triangular shape, strongly elongate central spine, and pointed distal extremity. Two lateral spines, with pointed distal extremities, have different length; the distal one is longer than the proximal. The dorsal surface of the central and lateral spines is characterized by granules extending their entire length. One spine is located along the margins of protogastric regions close to the first transverse stria. Müller and Collins (1991), describing the epibranchial lobes, point out the presence of six/seven tubercles. In the examined specimens, the epibranchial lobes also have well-inflated tubercles, but they are spine-shaped and number three or four. Moreover, short transverse striae are present. Finally, the gastric region has a strongly developed mesogastric groove, not marked by lobes. Schweitzer and Feldmann (2000) pointed out that *P. pentacantha* Müller and Collins, 1991, is referrable to the living genus *Eumunida* Smith, 1883, because it is the only genus of galatheid decapods having five strongly elongate rostral spines (rostral spine and two pairs of supraorbital spines). This genus previously was known in the fossil record with only two species, *E. pentacantha* (Müller and Collins, 1991) from the Priabonian of Hungary and Italy, and *E. nishioi* (Karasawa, 1993) from the Middle Miocene of Japan (Müller & Collins, 1991, Karasawa, 1993). At present, the subfamily Chirostylidae Ortmann, 1892, is known in the fossil record by two genera *Eumunida* Smith, 1883, and *Pristinaspina* Schweitzer and Feldmann, 2000.

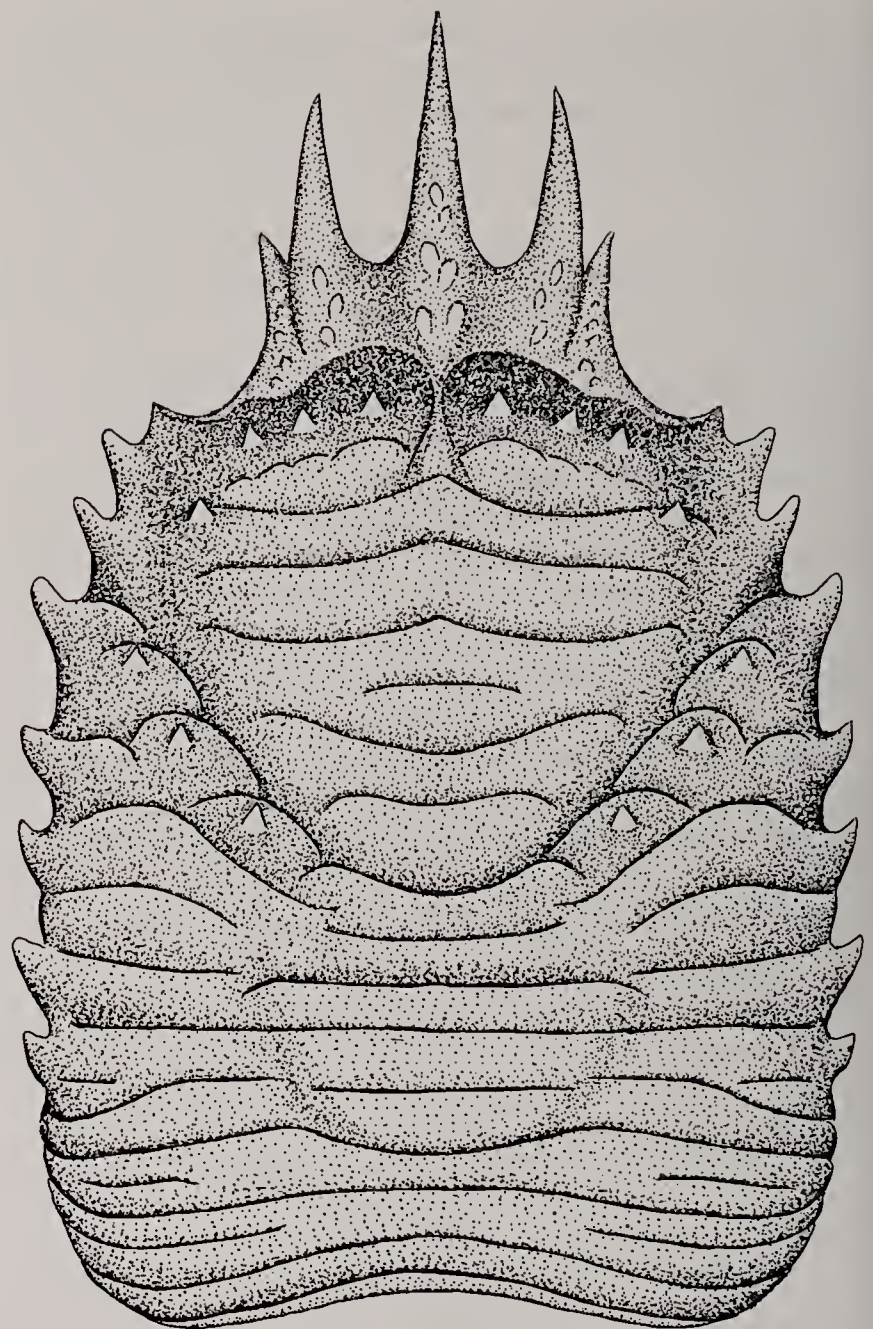



Fig. 14 – *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), carapace reconstruction, line drawing.

Family Porcellanidae Haworth, 1825

Genus *Beripetrolisthes* nov.

Diagnosis: pyriform carapace, longer than wide (excluding front), convex in transverse section; subtriangular front well developed; orbits small in size; lateral margins of carapace provided with spines and ventrally directed transverse striae; regions of carapace well marked by cervical and branchiocardiac grooves, and characterised of granulation and transverse striae; gastric and posterior branchial regions raised.

Type species: *Beripetrolisthes mulleri* n. sp.

Etymology: the trivial name takes its origin from Monti Berici, where examined specimens were discovered and *Petrolisthes* Stimpson, 1858, that exhibits most the morphological affinities with new genus.

Description: same as for type species.

Discussion

Morphological features of examined specimens are comparable only with *Petrolisthes* Stimpson, 1858, *Neopetrolisthes* Miyake, 1942, and *Pisonella* Glassell,

1938. Although *Petrolisthes* Stimpson, 1858, (type species *Porcellana violacea* Guérin, 1831) has the shape of the carapace and subtriangular outline of front similar to the new genus, it differs from *Beripetrolisthes* n. gen. in that the carapace of *Petrolisthes* Stimpson, 1858, is as long as wide, with more or less rounded outline, has a less developed front, wider orbits, and lateral margins generally provided with just one spine in the epibranchial angle. *Neopetrolisthes* Miyake, 1942, (type species *Neopetrolisthes ohshimai* Miyake, 1942) with living Indo-Pacific species, has in common with the new genus, a pyriform carapace, well developed subtriangular front, and small orbits. However, the living genus differs from *Beripetrolisthes* n. gen. in that the carapace of *Neopetrolisthes* Miyake, 1942, is strongly convex in both sections, and bears smooth lateral margins provided with just one epibranchial spine. *Pisonella* Glassell, 1938, (type species *Pisosoma sinuimanus* Lockington, 1878) with living Eastern Pacific species, has a subtriangular front, well developed orbits, and lateral margins provided with spines. However, the living genus has a poorly developed front, is flattened, and the spines of the lateral margins form a granulated, continuous rise.

We justify erection of a new genus since its morphological features cannot be included in either fossil or living genera known to date. *Beripetrolisthes* n. gen. includes those Eocene specimens that show some morphological affinities with *Petrolisthes* Stimpson, 1858.

Beripetrolisthes mulleri n. sp.
Fig. 15, Pl. VII (figs. 1, 2)

1991 – Porcellanidae sp. B; Müller and Collins, p. 60, t. 2, f. 2, text-fig. 2n

Diagnosis: same as for genus.

Etymology: this species has been dedicated to P. Müller for his important contribution to knowledge of European Tertiary decapod crustaceans.

Holotype: MCZ 2216.

Paratypes: MCZ 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2217.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonain (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species seven specimens (MCZ 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2216, 2217).

MCZ 2204: maximum width = 7; maximum length = 8.6; length excluding front = 6.8

MCZ 2205: maximum width = 5.6; maximum length = 6.4; length excluding front = 5.3

MCZ 2206: maximum width = 4; maximum length = 4.8; length excluding front = 3.9

MCZ 2207: maximum width = 4

MCZ 2216: maximum width = 7.1; maximum length = 8.5; length excluding front = 6.9

MCZ 2217: maximum width = 3.9; maximum length = 4.4; length excluding front = 3.3

Description. Carapace pyriform in dorsal view, longer than wide (excluding front), wider posteriorly, and convex in transverse section. Anterior margin with subtriangular front, distally rounded, well developed beyond orbits, and curved slightly downward. Front covered dorsally by a longitudinal median groove and short transverse striae. Orbits small, with convex and raised supraorbital margins. Lateral margins long and convex, with a slight hollow made by cervical groove, and with ten spines: one located in hepatic angle, three located along margin of epibranchial regions and six along margin of posterior branchial regions. Five strong transverse striae arise from spines on margins of posterior branchial regions, extending ventrally. Posterior margin wide and slightly convex. Cervical and branchiocardiac grooves form slight hollows on dorsal surface of carapace. Epigastric lobes represented by two transverse, bent processes, interrupted in median part by groove delimiting anterior process of mesogastric region. Protogastric and mesogastric regions slightly raised and less distinct. Triangular epibranchial region, well defined by cervical and branchiocardiac grooves. Metagastric region slightly depressed, while cardiac region is enlarged and restricted posteriorly. Meso- and metabranchial regions slightly raised relative to metagastric and cardiac regions. Mesobranchial regions provided with five/six granulations, arranged posterior to branchiocardiac groove. Ornamentation on dorsal surface of carapace formed of small and irregular granulations and weak transverse striae, arranged along frontal, gastric and epibranchial regions.

Discussion

Müller and Collins (1991) described and figured Porcellanidae sp. B on one specimen (EGF-3.1 [M.91-125]), discovered in the Priabonian (Upper Eocene) of Budapest (Hungary). Although these authors pointed out some mor-

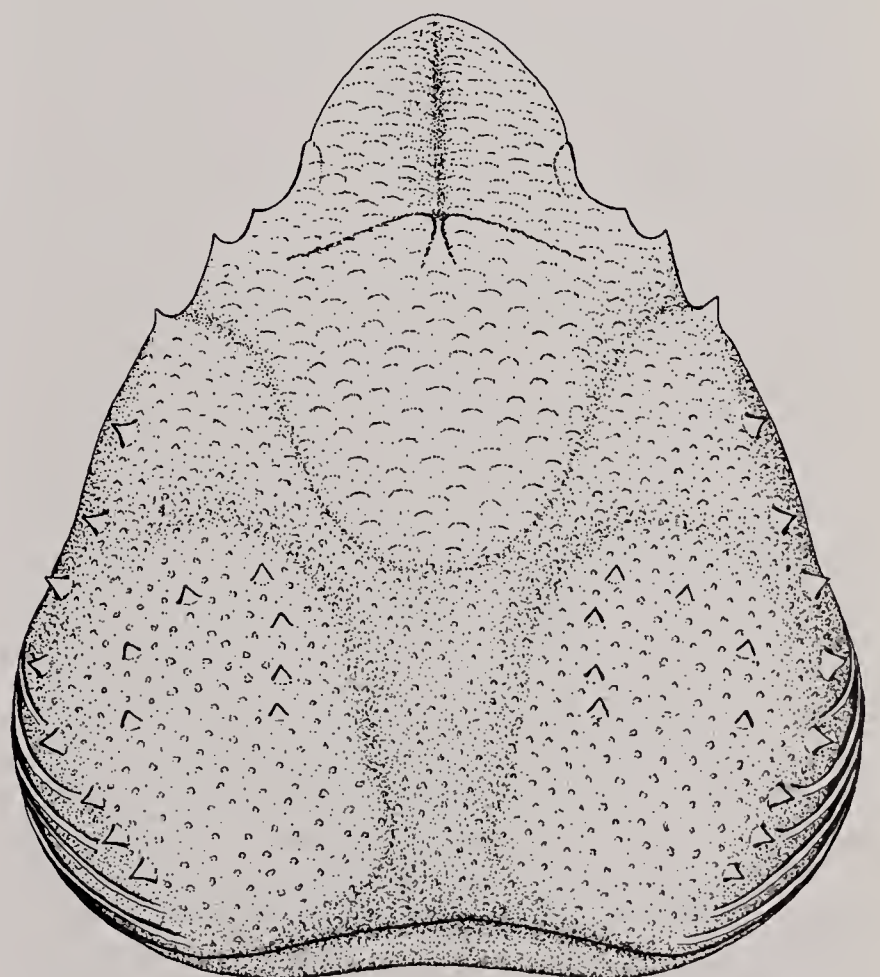



Fig. 15 – *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

phological features, such as an elongate carapace with five/six spines along lateral margins and five/six weak striae extending ventrally on posterior branchial regions, the poor state of preservation of the carapace did not allow to refer to a known fossil species. However, since the type-specimen has the same geological age and two morphological features in common with our specimens, such as an elongate carapace and ornamentation of lateral margins, we have decided to include the Hungarian form in *Beripetrolisthes mulleri* n. sp.

Genus *Eopetrolisthes* nov.

Diagnosis: carapace longer than wide, convex in transverse section; well developed triangular front, provided with small marginal teeth and marked dorsally by a deep median longitudinal groove; orbits wide with raised supraorbital margin, separated from front by a groove; lateral margins convex and provided with one epibranchial and mesobranchial spine; regions of carapace distinct, and provided with subparallel transverse striae.

Type species: *Petrolisthes? striatissimus* Müller and Collins, 1991

Etymology: the trivial name takes its origin from Eocene, geological age of the discovered specimens, and *Petrolisthes* Stimpson, 1858, that shows most morphological affinities with new genus.

Description: same as for type species.

Discussion

Müller and Collins (1991) described *Petrolisthes? striatissimus* on one specimen (EGA-5.1 [M.91-123]) from the Priabonian (Upper Eocene) of Budapest (Hungary), without ascribing it to a known fossil genus. The discovery, in the Eocene of the Vicenza area, of many specimens assignable to this species, after a comparison with holotype, allowed description of some additional morphological features, above all structure of the lateral margins and front, lacking in the holotype. The study of the main features of these specimens allowed separation of this porcellanid decapod from other species known to date. For this reason we emended the description of *P.? striatissimus* Müller and Collins, 1991, and consider it to be a new genus. Shape of the carapace in *Eopetrolisthes* n. gen. points out some morphological affinities with species belonging to *Petrolisthes* Stimpson, 1858. In fact, ornamentation of the transverse striae of carapace in *Eopetrolisthes* n. gen. is similar to that observable in some living species, *P. edwardsii* (Saussure, 1853), *P. rathbunae* Schmitt, 1924, and *P. glasselli* Haig, 1957. However, *Eopetrolisthes* n. gen. differs from all species of *Petrolisthes* Stimpson, 1858, for different structure of the front: very well developed, marked dorsally by a strong median hollow and two longitudinal rises, and with a very obtuse margin, provided with small marginal teeth. Moreover, *E. striatissimus* (Müller and Collins, 1991) shows some morphological affinities with the living Indo-Pacific species, *Enosteoides ornatus* (Stimpson, 1858), such as shape of the carapace and wide front with marginal teeth. However, *E. ornatus* (Stimpson, 1858) has orbits that are better developed anteriorly and not distinct from frontal region, and lateral margins bearing spines. Among known fossil species, only *Longoporcellana denticulata* Müller and Collins, 1991, has a frontal margin with small teeth, but the carapace is elongate, smooth, and with very well developed, sublateral orbits. Finally, *E. striatissimus* (Müller and Collins, 1991) bears two spines along lateral margins: first one located in epibranchial anterior angle, as observable in *Petrolisthes* Stimpson, 1858, and the second one, stronger than previous, located in mesobranchial anterior angle.

Eopetrolisthes striatissimus (Müller and Collins, 1991)
Fig. 16, Pl. VII (figs. 3, 4)

1991 – *Petrolisthes? striatissimus*; Müller and Collins, p. 59, t. 2, f. 8, text-fig. 2I

Diagnosis: same as for genus.

Occurrence and measurements: twenty specimens collected from S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza), Priabonian (Upper Eocene). MSNM i25223, i25224, i25225, i25226, i25227, i25228, i25229, i25230, i25231, i25232, i25233, i25234, i25235; MCZ 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2254.

MSNM i25223: maximum width = 4.9; maximum length = 4.4

MSNM i25224: maximum length = 4.6; length excluding front = 3.5

MSNM i25225: maximum width = 4.6; length excluding front = 4

MSNM i25226: maximum width = 4.3

MSNM i25227: maximum width = 4.6; maximum length = 5.4; length excluding front = 4.1

MSNM i25228: maximum width = 3; maximum length = 3.9; length excluding front = 2.8

MSNM i25229: maximum width = 4

MSNM i25232: maximum width = 4.2; maximum length = 4.6; length excluding front = 3.6

MSNM i25235: maximum width = 3.9; maximum length = 4.4; length excluding front = 3.2

MCZ 2198: maximum width = 3.6; maximum length = 4.4; length excluding front = 3.2

MCZ 2199: maximum width = 5.2; maximum length = 5.6; length excluding front = 4.1

MCZ 2200: maximum width = 3.1; maximum length = 3.8; length excluding front = 2.8

MCZ 2201: maximum width = 3.9; maximum length = 4.3; length excluding front = 3.4

MCZ 2202: maximum length = 4.3; length excluding front = 3.4

MCZ 2203: maximum width = 3.8; maximum length = 4.2; length excluding front = 3.2

MCZ 2254: maximum length = 4.5; length excluding front = 3.6

Description. Carapace suboval in dorsal view, longer than wide (excluding front), mostly enlarged posteriorly and convex transverse to margins. Front wide and developed, weakly downturned, and with a weak median hollow. Front with acute triangular shape, bearing five/six teeth on each margin, and marked dorsally by a deep median groove, and two longitudinal rises. Orbits located sublaterally, marked by one supraorbital spine, and

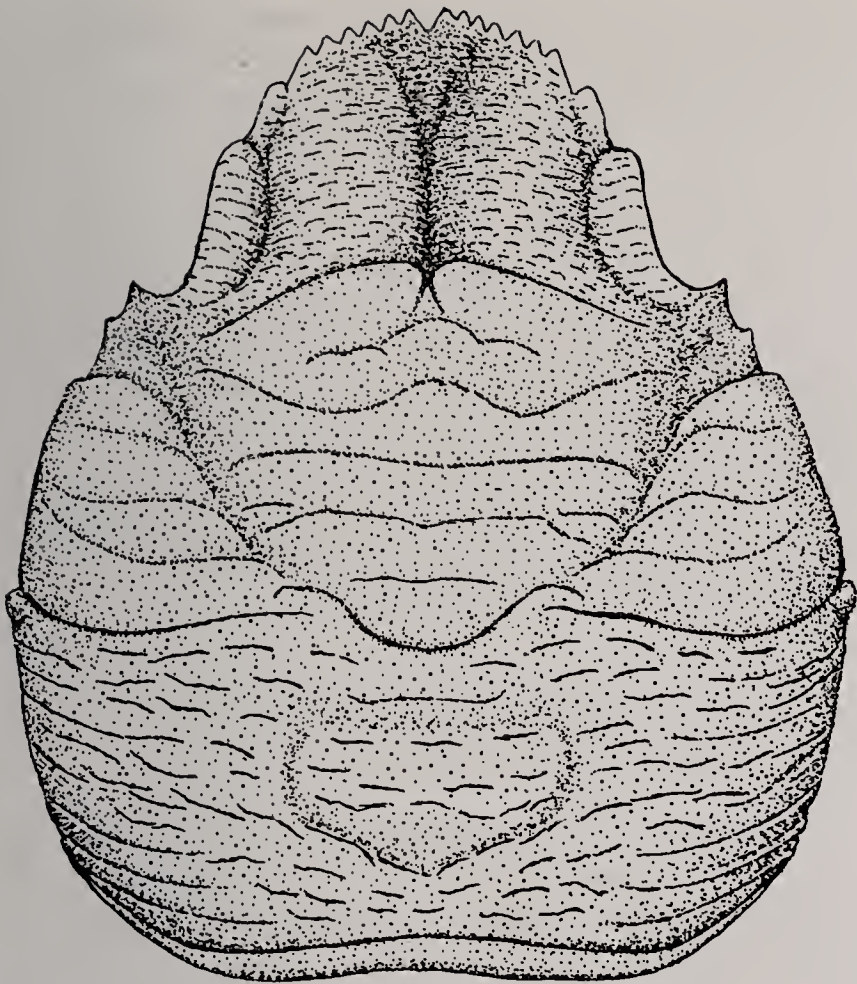



Fig. 16 – *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), carapace reconstruction, line drawing.

one outer orbital spine. Supraorbital margin raised, and separated from front by a groove. Entire frontal region and supraorbital margins bearing many strong transverse striae. Lateral margins convex, marked by a short re-entrant close to cervical groove. One small spine in anterior epibranchial angle and one spine, stronger than the previous, present in anterior angle of mesobranchial region. Posterior margin wide, relatively convex, bearing marginal carina. Cervical and branchiocardiac grooves relatively deep. Dorsal regions with strong sinuous transverse striae. Epigastric lobes well developed transversely, separated by groove marking anterior process of mesogastric region. Protogastric and mesogastric regions bearing some continuous transverse striae. Triangular epibranchial regions with four short striae, marked by cervical and branchiocardiac grooves. Lowered metagastric region, with just one more or less interrupted stria. Cardiac region slightly raised, and marked posteriorly by a convex groove. Wide branchial regions, with more or less interrupted striae.

Discussion

Specimens of *E. striatissimus* (Müller and Collins, 1991) were discovered among branches of corals, together with many brachyuran decapod crustaceans, and other galatheid and porcellanid decapods described in this paper. The faunistic assemblage of Vicenza area is comparable with that described by Müller and Collins (1991) from the Priabonian (Upper Eocene) of Budapest (Hungary).

Genus *Lobipetrolisthes* nov.

Diagnosis: subsquare carapace, longer than wide, mostly enlarged posteriorly, and weakly convex in transverse section; subtriangular front with three lobes on each margin; well developed orbits with concave margin; convex lateral margins, bearing spines; weakly engraved cervical and branchiocardiac grooves; distinct regions of carapace with many granulations and transverse striae.

Type species: *Lobipetrolisthes blowi* n. sp.

Etymology: the trivial name takes its origin from presence of lobes along margins of front, and *Petrolisthes* Stimpson, 1858, that shows most morphological affinities with new genus.

Description: same as for type species.

Discussion

Examined specimens have a carapace with morphological features similar to *Petrolisthes* Stimpson, 1858. In fact, they are very similar in the shape of carapace, as long as wide, with a subtriangular front, and well developed orbits. However, *Lobipetrolisthes* n. gen. has three pairs of lobes on each margin of front, a feature distinguishing it from other known porcellanid decapods. Moreover, the new genus has lateral margins with spines. Even though, *Lobipetrolisthes* n. gen. shows close morphological affinities with *Petrolisthes* Stimpson, 1858, we have decided to create a new genus for its particular features.

Lobipetrolisthes blowi n. sp.
Fig. 17, Pl. VIII (figs. 1, 2, 3)

Diagnosis: same as for genus.

Etymology: dedicated to the friend W. Blow for his technical assistance during the progress of this study.

Holotype: MCZ 2226.

Paratypes: MSNM i25243, i25244, i25245, i25246, i25247, i25248, i25249; MCZ 2219, 2220, 2224, 2225, 2227, 2252, 2253.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species fifteen specimens (MSNM i25243, i25244, i25245, i25246, i25247, i25248, i25249; MCZ 2219, 2220, 2224, 2225, 2226, 2227, 2252, 2253).

MSNM i25243: maximum width = 5.4

MSNM i25246: maximum width = 4; maximum length = 4.2; length excluding front = 3.4

MSNM i25247: maximum width = 5.2; length excluding front = 4.9

MSNM i25248: maximum width = 7.7; maximum length = 8.8; lenght excluding = 6.9

MCZ 2224: maximum width = 8.4

MCZ 2225: maximum width = 7.3; length excluding front = 6.5

MCZ 2226: maximum width = 6.4; maximum length = 7.2; length excluding front = 5.6

MCZ 2227: maximum width = 5.6; maximum length = 6.5

MCZ 2252: maximum width = 6.4

MCZ 2253: maximum width = 7; maximum length = 7.1; length excluding front = 6

Description. Carapace subsquare in dorsal view, longer than wide (excluding front), slightly convex transverse to margins, and mostly enlarged posteriorly. Anterior margin wide. Subtriangular front, enlarged to base and developed beyond orbits, with rounded distal extremity, slightly bent downward. Front with three spiny lobes on each margin of which anterior one is smallest. Dorsal surface of front with median longitudinally hollow, small transverse striae. Orbits large, with supraorbital margin concave slightly raised, and markd by one inner lobe and one weak outer spine. Supraorbital margin convex and slightly raised. Lateral margins convex with a slight re-entrant close to cervical groove, and seven spines: first spine, in anterior epibranchial angle, links to row of epibranchial spines, aligned dorsally along cervical groove, decreasing in size inward. Three spines along epibranchial margin, located in dorsal view on this margin. Other three spines, with enlarged, flat base, are located along mesobranchial margin. Postero-lateral margin convergent to posterior margin, bearing thin carina, extending from last lateral spine to posterior margin. Some weak and granulated, bent striae present ventrally along postero-lateral margins. Posterior margin slightly convex and strengthened by thin carina. Cervical and branchiocardiac grooves weakly developed. Epigastric lobes developed transverse to base of front, differentiated in median part by groove, marking anterior process of mesogastric region. Triangular mesogastric region, weakly distinct from protogastric regions. Metagastric region slightly depressed; cardiac region enlarged, convex in median part. Posterior branchial regions wide. Dorsal surface of carapace characterized by granulations, located irregularly, weak transverse striae, located along margins of posterior branchial regions.

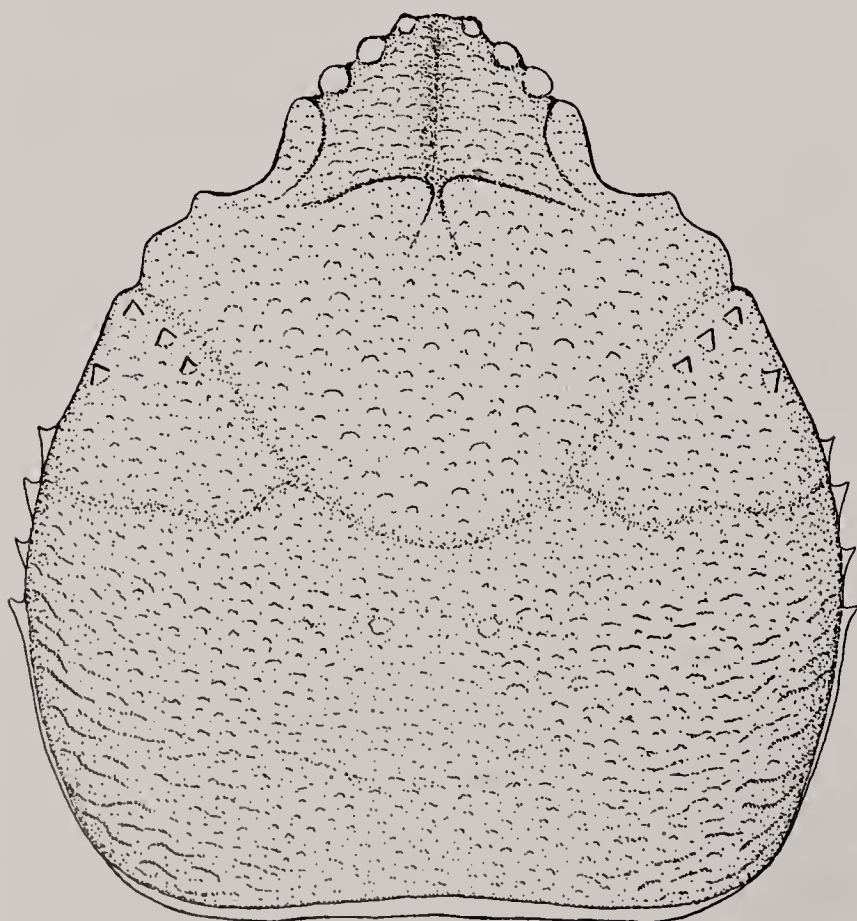



Fig. 17 – *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Genus *Longoporcellana* Müller and Collins, 1991

Type species: *Longoporcellana denticulata* Müller and Collins, 1991

Discussion

Longoporcellana Müller and Collins, 1991, is known by only the type-species *L. denticulata* Müller and Collins, 1991, and is based upon morphological features of three carapaces from the Priabonian (Upper Eocene) of Budapest (Hungary). The elongate shape of carapace resembles that of the living genera *Minyocerus* Stimpson, 1858, and *Porcellanella* White, 1852.

Longoporcellana lobata n. sp.
Fig. 18, Pl. VIII (fig. 4), Pl. IX (fig. 1)

Diagnosis: oval carapace, longer than wide, slightly convex in both directions; front developed with trilobate margin, and bearing small indentation; sublateral orbits well developed; lateral margins convex; cervical and branchiocardiac grooves absent; dorsal surface of carapace smooth; weak striae on front and posterior branchial regions.

Etymology: the trivial name takes its origin from the frontal margin bearing lobes.

Holotype: MCZ 2250.

Paratypes: MCZ 2212, 2213, 2214, 2215, 2251.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species six specimens (MCZ 2212, 2213, 2214, 2215, 2250, 2251).

MCZ 2212: maximum width = 3.3; maximum length = 4.1; length excluding front = 3

MCZ 2213: maximum width = 3.8

MCZ 2214: maximum width = 4.2; length excluding front = 3.5

MCZ 2215: maximum width = 3.7

MCZ 2250: maximum width = 3.9; maximum length = 4.4; length excluding front = 3.5

MCZ 2251: maximum width = 5.3; maximum length = 6.5; length excluding front = 5.2

Description. Carapace oval in dorsal view, longer than wide (excluding front), mostly enlarged posteriorly, and weakly convex in transverse section. Front produced anteriorly, and weakly bent downward. Frontal margin trilobate: short and rounded lateral lobes are postfrontal lobes, while triangular median lobe is more enlarged, and rounded distally. Small indentation present along frontal margin. Front marked dorsally by median groove and two weak longitudinal rises. Orbits with well developed margins; sublateral, and bearing one outer spine. Supraorbital margin slightly raised, and separated from front by a groove. Lateral margins long and convex, without teeth or spines. Posterior margin wide and concave. Dorsal surface of carapace smooth, without distinction between regions because of absence of grooves. Weak striae along margins of branchial posterior regions, frontal region, and margins of orbits.

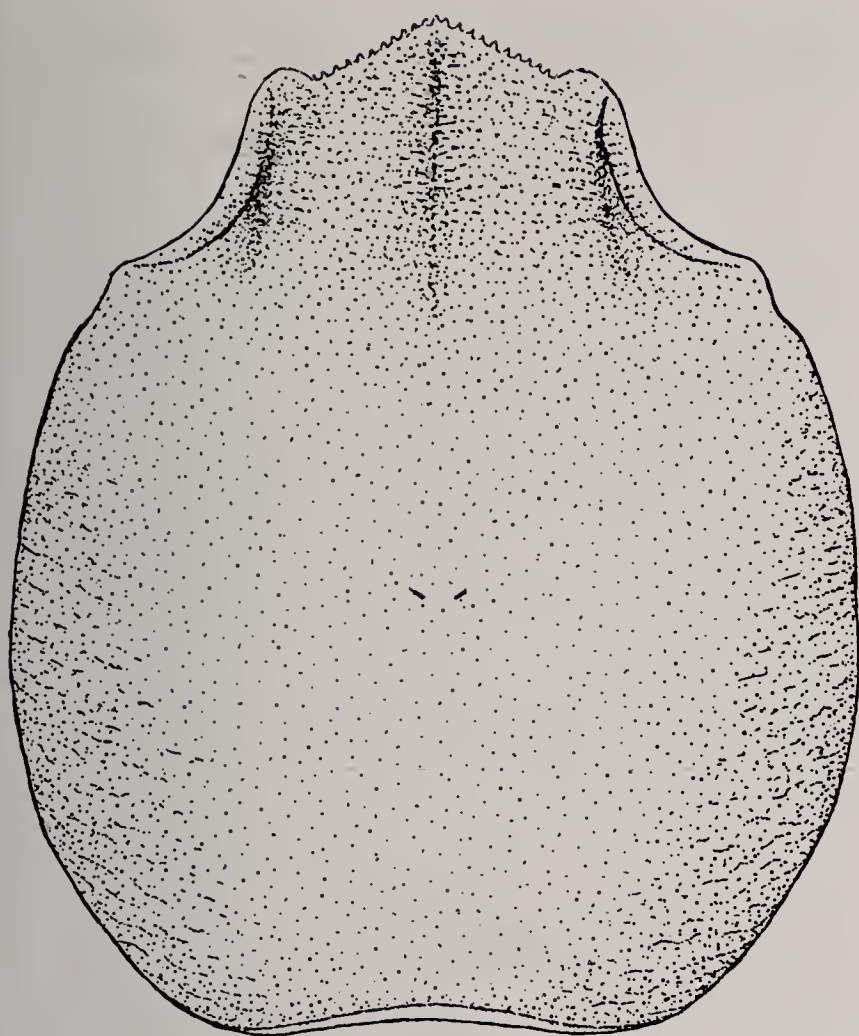



Fig. 18 – *Longoporcellana lobata* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

Longoporcellana Müller and Collins, 1991, was described by morphological features of three carapaces of *L. denticulata* Müller and Collins, 1991, from the Priabonian (Upper Eocene) of Budapest (Hungary). These specimens have an elongated, flat carapace, broadest in its hinder part, with a wide, short triangular rostrum. Müller and Collins (1991) pointed out that *Longoporcellana* shows some affinities with living genus *Minyocerus* Stimpson, 1858, but it differs in having a different shape of front, position of orbital margin, and general shape of carapace. *Longoporcellana lobata* n. sp. is very similar to the Hungarian species, not only for the age, but also for the elongate shape of carapace, well developed orbits located sublaterally, and absence of grooves. However, it differs from *L. denticulata* Müller and Collins, 1991, in having a shorter carapace, concave posterior margin, trilobate front, and a frontal region marked by a median groove and two longitudinal rises. *L. lobata* n. sp. shows some morphological affinities with living Indo-Pacific species *Porcellanella trilobata* White, 1852, such as an elongate shape of carapace, smooth dorsal surface of carapace, and spineless lateral margins. However, the living species has an anteriorly enlarged carapace and strongly trilobate front without marginal indentation. Even though, there are some morphological differences between the fossil and living species, *Porcellanella* White, 1852 could be believed as a probable descedant of *Longoporcellana* Müller & Collins, 1991.

Genus *Petrolisthes* Stimpson, 1858

Type species: *Porcellana violacea* Guérin-Méneville in Duperry, 1831, by monotype

Discussion

At present *Petrolisthes* Stimpson, 1858, is known in the fossil record by seven species and five indeterminate species, from the Upper Eocene to Recent: *P. vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, from the Lower Oligocene of Vicenza (N Italy); *P. magnus* Müller, 1984, from the Badenian (Middle Miocene) of Hungary; *P. haydni* Müller, 1974, from the Badenian of Hungary and Poland; *P. miocaenicus* Karasawa, 1993, and *P.* sp. from the Middle Miocene of Japan; *P. lauensis* Rathbun, 1945, from the Miocene of Oneata and Lakemba Islands; *P.* sp. from the Langhian (Middle Miocene) of Spain; *P. avitus* Rathbun, 1918, from the Pliocene of Costa Rica; *P. myakkensis* Bishop & Portell, 1989, from the Pliocene of Florida (USA), *P.* sp. from the Pleistocene of Jamaica and *P.* sp. from the Pleistocene of Japan (Beschin *et al.*, 2001; Bishop & Portell, 1989; Karasawa, 1993, 1997, 2000; Kato, 2001b; Morris, 1993; Müller, 1974a, 1974b, 1984a, 1993, 1996; Rathbun, 1918, 1945).

Petrolisthes bittneri n. sp.
Fig. 19, Pl. IX (fig. 2)

Diagnosis: carapace subsquare, longer than wide, convex transverse to margins, mostly enlarged posteriorly; triangular front short; orbits wide; lateral margins convex and smooth; hepatic and epibranchial angles with convex margin; regions of carapace partially separated by cervical and branchiocardiac grooves; dorsal surface of carapace with transverse striae and weakly bent striae along margins of posterior branchial regions.

Etymology: dedicated to A. Bittner for his important studies of Tertiary brachyurans.

Holotype: MCZ 2243.

Paratype: MCZ 2255.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species two specimens (MCZ 2243, 2255).

MCZ 2255: maximum width = 3; length excluding front = 2.6

MCZ 2243: maximum width = 4.6; maximum length = 4.9; length excluding front = 3.7

Description. Carapace subsquare in dorsal view, longer than wide (excluding front), slightly convex in both sections, and mostly enlarged posteriorly. Triangular front narrow with rounded distal extremity. Front marked dorsally by a median longitudinal groove, and exhibiting weak transverse striae. Orbits wide. Supraorbital margins concave and slightly raised. Antero-lateral margins with slight hepatic convexity. Lateral margins relatively convex. Epibranchial angle slightly convex externally. Mesobranchial margin with small spine. Postero-lateral margin converging to posterior margin, wide and bearing carina. Regions of carapace slightly separated. Cervical and branchiocardiac grooves

deep along lateral margins. Epigastric lobes form two bent transverse rises with 150° angle at base of front. Only narrow anterior process of mesogastric region of gastric regions evident. Epibranchial regions triangular, well separated by hepatic and branchiocardiac grooves, with a slight convexity in upper epibranchial angle. Cardiac region large and regularly distinct. Posterior branchial regions well developed. Dorsal surface of carapace with weak striae and some weak transverse striae along posterior lateral margins.

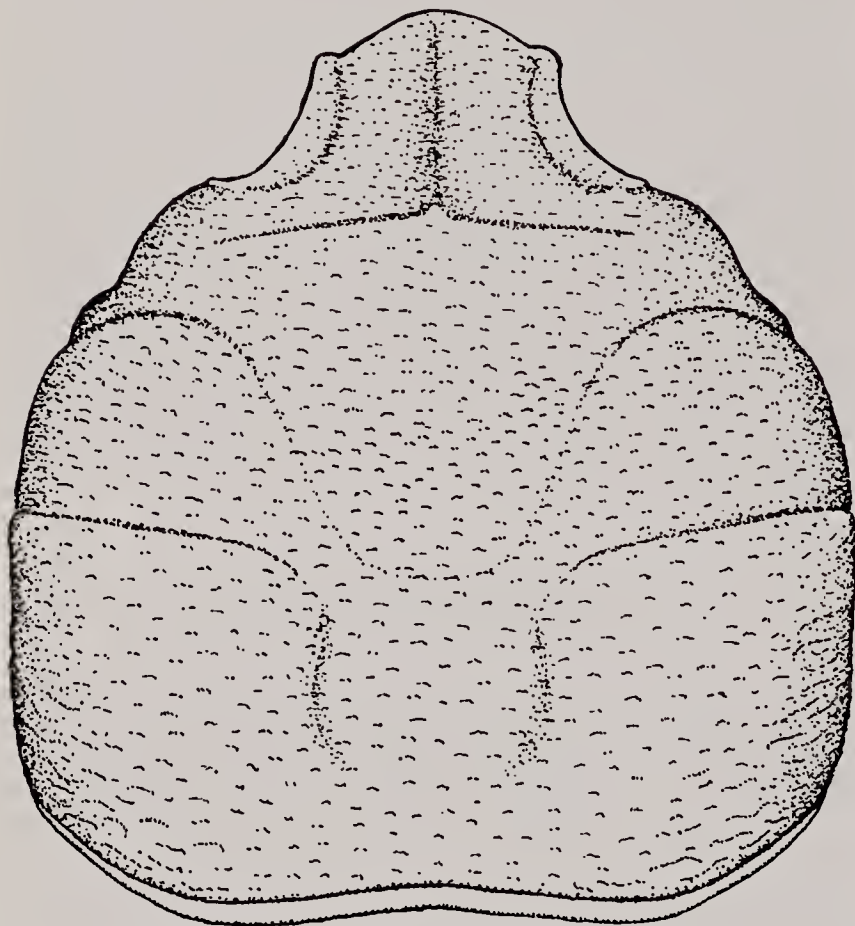



Fig. 19 – *Petrolisthes bittneri* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

Discussion

Petrolisthes bittneri n. sp. differs marked by from other fossils species in the genus known to date in having subsquare shape of the carapace. Although this shape of carapace is also present in *P. haydni* Müller, 1984, of the Badenian (Middle Miocene) of Hungary and Poland, this species exhibits better developed cervical and branchiocardiac grooves, different ornamentation of regions of carapace, and lateral margins with three spines. *Pisidia kokayi* Müller, 1894, from the Miocene of Hungary also presents this shape of carapace, but it is different from *P. bittneri* n. sp. in having a wider and trilobate front and lateral margins with four spines. Finally, the new species differs from *P. myakkensis* Bishop & Portell, 1989, from the Pliocene of Florida (USA) for the more rounded outline of carapace, for narrower front with pointed triangular shape.

Petrolisthes vicetinus Beschin, De Angeli & Checchi, 2001
Fig. 20, Pl. IX (fig. 3)

2001 - *Petrolisthes vicetinus*; Beschin *et al.*; p. 16, t. 1 (figs. 1, 4); text fig. 2.

Occurrence and measurements: one specimen collected in Creazzo village (Vicenza), Lower Oligocene. MCZ 2244.

MCZ 2244: maximum width = 4.5; maximum length = 5.1; length excluding front = 4.2

Examined specimen poorly preserved, small in size. Shape of carapace, weak subparallel transverse striae on gastric regions, and transverse striae on other regions, are similar to *P. vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, described by morphological features on four carapaces from the Lower Oligocene of Monte Grumi di Castelgomberto (Vicenza). *Petrolisthes vicetinus* Beschin *et al.*, 2001, is the only species of this genus known to date in the Oligocene (Beschin *et al.*, 2001).

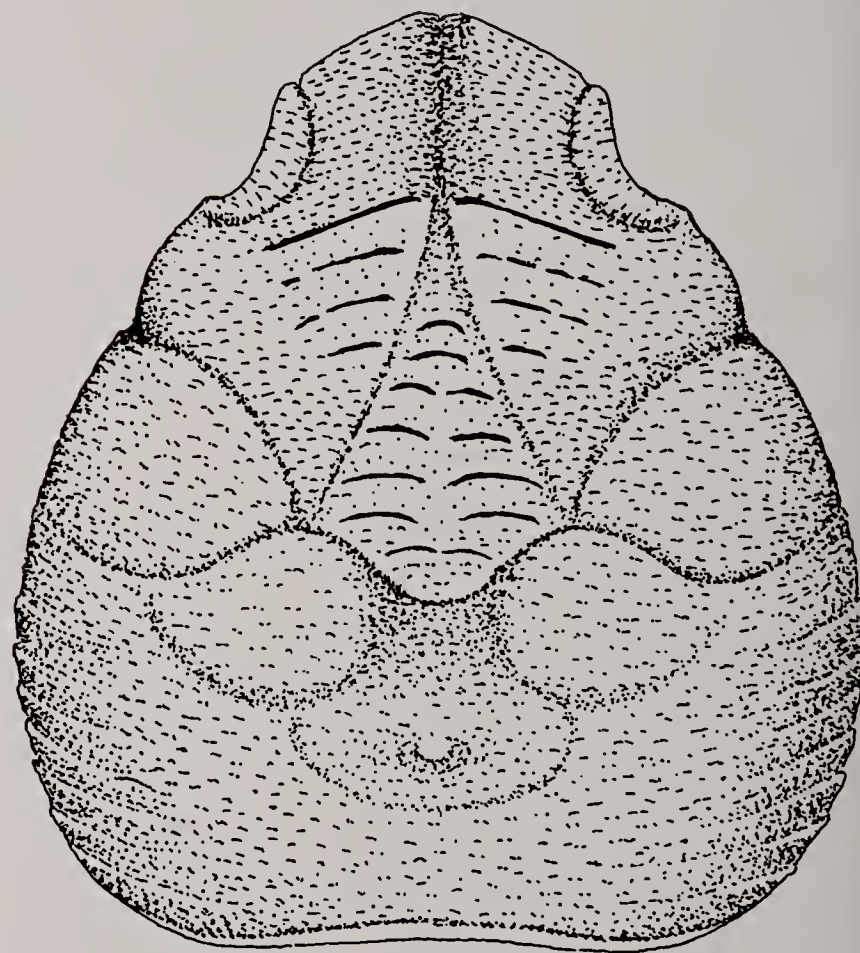



Fig. 20 – *Petrolisthes vicetinus* Beschin, De Angeli & Checchi, 2001, carapace reconstruction, line drawing.

Genus *Pisidia* Leach, 1820

Type species: *Cancer longicornis* (Linnaeus, 1767)

Pisidia dorsosinuosa n. sp.
Fig. 21, Pl. IX (fig. 4)

Diagnosis: subsquare carapace, as long as wide, weakly convex transverse to margins, mostly enlarged posteriorly; front with wide base; lateral margins convex, bearing one spine in hepatic angle; one spine in epibranchial angle, and two mesobranchial spines; regions

of carapace marked by deep cervical and branchiocardiac grooves; dorsal surface of carapace sinuous with weak transvere striae, and some weak striae along posterior branchial margins and gastric regions.

Etymology: the trivial name alludes to the sinuosity of dorsal surface of carapace.

Holotype: MCZ 2210.

Paratypes: MCZ 2209, 2211.

Type locality: S. Feliciano (Monti Berici, Vicenza).

Geological age: Priabonian (Upper Eocene).

Occurrence and measurements: we ascribe to the new species three specimens (MCZ 2209, 2210, 2211).

MCZ 2210: maximum width = 4.4; length excluding front = 3.6

MCZ 2209: maximum width = 3

MCZ 2211: maximum width = 4.3; length excluding front = 3.5

Description. Carapace subsquare in dorsal view, as long as wide (excluding front), mostly enlarged posteriorly, and relatively convex in transverse section. Front wide at base, marked by a median longitudinal groove, incomplete in its anterior part. Orbits wide, with one outer orbital spine. Orbits not preserved anteriorly. Lateral margins convex. Antero-lateral margins with one hepatic spine, located posterior to postorbital spine. One spine in anterior epibranchial angle, and two spines in mesobranchial margin. Postero-lateral margin smooth and convergent to posterior margin. Posterior margin wide, slightly concave, and strengthened by a marginal ridge. Regions of carapace marked by cervical and branchiocardiac grooves, forming strong transverse depressions, and giving a sinuous outline to dorsal surface in lateral view. Epigastric lobes with two transverse rounded rises on base of front, and anterior process of mesogastric region in median part. Mesogastric region triangular, and bearing some weak transverse striae; median part rounded, and marked posteriorly by a convex posteriorly median groove. Protogastric and hepatic regions relatively distinct. Posterior epibranchial regions and metagastric region form a transverse depression, marked posteriorly by mesobranchial regions and elevated cardiac region. Cardiac region with one transverse stria, marked posteriorly by a convex groove. Posterior branchial regions wide and raised. Dorsal surface of carapace with some weak transverse striae on mesogastric and cardiac regions, and weak striae on other regions. Some weak transverse striae present along margins of posterior branchial regions.

Fig. 21 – *Pisidia dorsosinuosa* n. sp., carapace reconstruction, line drawing.

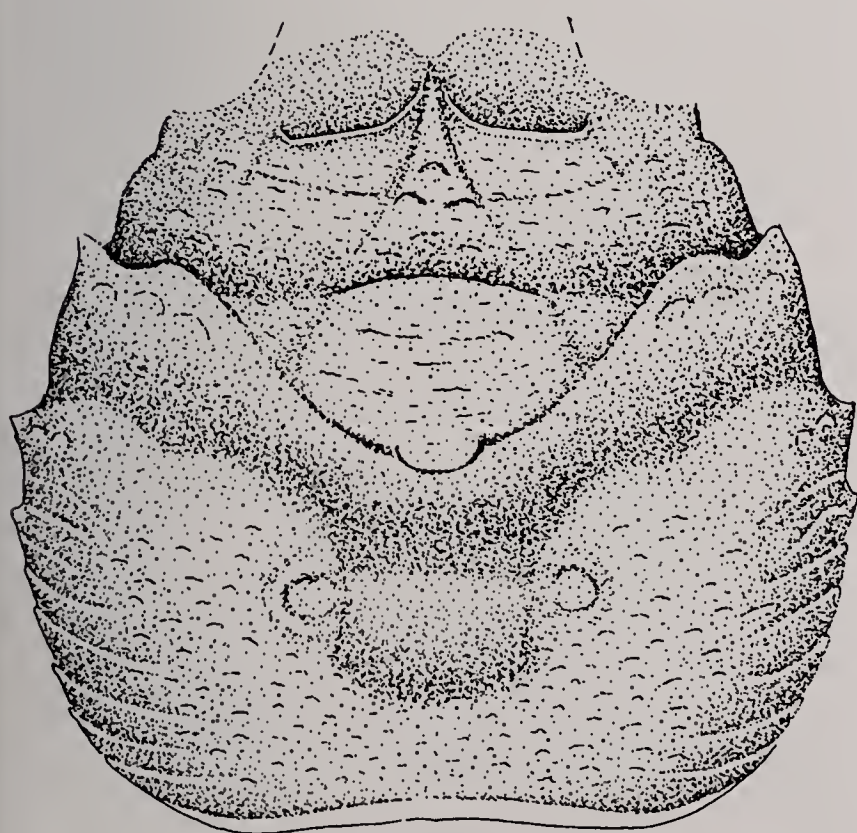
Discussion

Although the examined specimens are small in size and incomplete, the subsquare carapace, and possession of lateral spines documents affinities to *Pisidia* Leach, 1820, even though absence of anterior part of front does not allow a certain assignment to this genus. At present, *Pisidia* Leach, 1820, is known in the fossil record with only two species, *P. kokayi* (Müller, 1974), from the Badenian (Middle Miocene) of Hungary, and *P. viai* Müller, 1984, from the Langhian (Middle Miocene) of Spain and Messinian (Upper Miocene) of Greece (Müller, 1974a, 1984a). *Pisidia dorsosinuosa* n. sp. differs from these two species in having a sinuous (in lateral view) dorsal surface of carapace, strong transverse depression of branchiocardiac groove and metagastric region, and different ornamentation of regions of carapace.

Conclusion

Recent studies about Tertiary crustaceans of Vicenza area have pointed out three main rocky formations, with the presence of decapod crustaceans associated with corals, contributing to the knowldge of new species of brachyurans and anomurans, typical of the coralligenous environment (Vicariotto & Beschin, 1994; Beschin *et al.*, 2000, 2001). Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods described in this paper were discovered in these formations.

The oldest of these formations, Ypresian in age (Lower Eocene), is located near Contrada Gecchelina of Monte di Malo and Monte Magrè. It is represented by limestones with abundant algal fragments, microforaminifers, and corals preserved usually as outer models. *Lessinigalathea regale* n. gen., n. sp. was discovered in this formation. Even though the shape and ornamentation of the carapace resemble *Galathea* Fabricius, 1793, the different structure of the rostrum has allowed to describe a new genus.

The level with decapod crustaceans, associated with corals, and located on the SW side of Monti Berici of Alonte quarry and S. Feliciano, dates to Priabonian (Upper Eocene). In these localities the coral is well represented by branched colonial forms. Anomurans, discovered among the coralligenous branches, are present with 13 species: *Galathea berica* n. sp., *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), *A. feldmanni* n. sp., *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *P. multicristata* n. sp., *Spathagalathea* minuta n. gen., n. sp., *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., *Eopetrolis-*

thes striatissimus (Müller & Collins, 1991), *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., *Longoporcellana lobata* n. sp., *Petrolisthes bittneri* n. sp., and *Pisidia dorsosinuosa* n. sp.

Five of these species, *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., and *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991) were already described in the Priabonian of Hungary (Lörenthey, 1901; Lörenthey & Beurlen, 1929; Müller & Collins, 1991). Many carapaces, initially ascribed to *Galathea (Acanthogalathea) parva* Müller & Collins, 1991, subsequently allowed to establish the "*new status*" of *Acanthogalathea* (Müller & Collins, 1991) for Hungarian and Italian species. Moreover, *A. feldmanni* n. sp. was described on two carapaces, which differ from the type species for a different ornamentation of the striae and spines of the dorsal surface of the carapace. *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp. represents a galatheid decapod provided with new features completely different from the other fossil species for the shape of the rostrum, and the wide and deep orbits.

Porcellanid decapods, usually rare in the fossil record, because of the small size of the carapace, are present in these quarries with six species. Three species, *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), and *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp. show new morphological features so different from other fossil porcellanids to justify the institution of new genera.

Limestones with decapod crustaceans, associated with corals, and located on the northern side of Monti Berici (Valmarana, Perarolo, surronding area of Case Soghe and S. Gottardo), and Monti Lessini Vicentini (Monte Grumi di Castelgomberto, surronding area of Creazzo and Colle della Chiesa di Altavilla), belong istead to the Lower Oligocene. *Galathea valmaranensis* n. sp., *G.* cfr. *G. weinfurteri* Bachmayer, 1950, *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, and *Petrolisthes vicetinus* Beschin *et al.*, 2001 were discovered in these formations.

Palaeomunida defecta Lörenthey, 1901 is very widespread in the levels of the Priabonian of Alonte quarry and S. Feliciano, and in the Lower Oligocene of Valmarana and Monte Grumi di Castelgomberto (Vicariotto & Beschin, 1994; Beschin *et al.*, 2001).

Fossil anomurans referable to the families Galatheidae Samouelle, 1819, and Chirostylidae Ortmann, 1892 were recently discussed by Schweitzer & Feldmann (2000). So, we have decided, thanks to the knowledge obtained from the study of the examined fauna, to complete their check list of genera and species of the superfamily Galatheoidea Samouelle, 1819 discovered in the fossil record.

Superfamily Galatheoidea Samouelle, 1819
Family Galatheidae Samouelle, 1819

Subfamily Galatheinae Samouelle, 1819

Acanthogalathea new status
A. parva (Müller & Collins, 1991); Priabonian (Hungary, Italy)
A. feldmanni n. sp.; Priabonian (Italy)
Müller & Collins (1991).

Austromunida Schweitzer & Feldmann, 2000
A. casadioi Schweitzer & Feldmann, 2000; Eocene (Argentina).
Schweitzer & Feldmann (2000).

Eomunidopsis Via Boada, 1981
E. portlandica Fraaye & Collins, 1996; Portlandian (England)
E. neojurensis Patrulius, 1960 (= *G. antiqua* Moericke, 1897); Tithonian (Poland, Bulgary)
E. zitteli (Moericke, 1897); Portlandian (Moravia)
E. eutecta (Moericke, 1897); Portlandian (Moravia, Austria)
E. eminens (Blashke, 1911); Portlandian (Moravia)
E. meyeri (Moericke, 1897); Portlandian (Moravia)
E. ? limonitica (Stenzel, 1945); Albian (United States)
E. orobensis (Ruiz de Gaona, 1943); Coniacian (Navarra)
E. navarrensis (Van Straelen, 1940); Coniacian (Navarra)
E. meerssensis Collins *et al.*, 1995; Maastrichtian (The Nederlands)
Bachmayer (1945); Blaschke (1911); Collins *et al.* (1995); Fraaye & Collins (1996); Moericke (1897); Patrulius (1960); Ruiz de Gaona (1943); Stenzel (1945); Via Boada (1981); Van Straelen (1940).

Galathea Fabricius, 1793
G. strigifera von Fischer-Benzon, 1866; Danian (Denmark)
G. sp. Beschin *et al.*, 2000; Ypresian (Italy)
G. berica n. sp.; Priabonian (Italy)
G. valmaranensis n. sp.; Lower Oligocene (Italy)
G. weinfurteri Bachmayer, 1950; Badenian (Poland, Hungary, Austria)
G. cfr. *weinfurteri* Bachmayer, 1950; Lower Oligocene (Italy)
G. sp. Fabiani, 1910, 1915; Oligocene (Vicenza, Italy)
G. keiji Karasawa, 1993; Middle Miocene (Japan)
G. spitzbergica Gripp, 1927; Middle Miocene ? (Spitzbergen Islands)
G. cfr. G. *squamifera* Leach, 1815; Langhian (Spain)
G. squamifera Leach, 1815; Messinian (Spain)
G. sp. Solé & Via, 1989; Messinian (Spain)
G. cfr. G. *weinfurteri* Bachmayer, 1950; Messinian (Kreek)
G. sp. Moissette & Müller, 1990; Messinian (Algeria)
G. affinis Ristori, 1886; Piacenzian (Sicily, Sardinia)
G. sp. Feldmann, 1992; Pliocene (New Zealand)
G. sp. Karasawa, 2000; Pleistocene (Japan)
Bachmayer (1950, 1953); Beschin *et al.* (2000); Collins & Rasmussen (1992); De Angeli & Messina (1997); Di Salvo (1933); Fabiani (1910, 1915); Feldmann (1992); Fischer-Benzon (1866); Georgiades-Dikeoulia & Müller (1984); Glaessner (1928); Gripp (1927); Hägg (1925); Karasawa (1993, 1997, 2000); Leach (1815); Lörenthey (1902, 1909); Moissette & Müller (1990); Müller & Collins (1991); Müller (1974b, 1976, 1979, 1984a, 1993, 1996); Ristori (1886); Solé & Via (1989); Vicariotto & Beschin (1994); Woodward (1900).

Lessinigalathea n. gen.
L. regale n. sp.; Ypresian (Italy)

Luisogalathea Karasawa & Hayakawa, 2000
L. cretacea (Stenzel, 1945); Albian (United States)
L. tomitai Karasawa & Hayakawa, 2000; Campanian (Japan)
L. cobbani (Bishop, 1985); Campanian-Maastrichtian (United States)
Bishop (1985); Karasawa & Hayakawa (2000); Stenzel (1945).

Mesogalathea Houša, 1963
M. striata (Remeš, 1895); Hauterivian (Poland, Hungary)
Houša (1963); Remeš (1895).

Munida Leach, 1820
M. primaeva (Segerberg, 1900); Danian (Denmark)
M. quadroblonga Schweitzer & Feldmann, 2000; Paleocene (United States)
M. konara Schweitzer & Feldmann, 2000; Oligocene-Miocene (United States)
M. sp. Kato, 2001a; Miocene (Japan)
M. sp. Takeda & Yamaoka, 1986; Miocene (Japan)
Collins & Jakobsen (1994); Kato (2001a); Schweitzer & Feldmann (2000); Segerberg (1900); Takeda & Yamaoka (1986).

Palaeomunida Lörenthey, 1901
P. defecta Lörenthey, 1901; Priabonian (Hungary, Italy); Lower Oligocene (Italy)
P. multicristata n. sp.; Priabonian (Italy)
Di Salvo (1933); Beschin *et al.* (2001); Lörenthey (1901); Müller & Collins (1991).

Paragalathea Patrulius, 1960
P. verrucosa (Moericke, 1897); Tithonian (Moravia)
P. substriata (Blaschke, 1911); Tithonian (Moravia)
P. ornatissima Patrulius, 1966; Tithonian (Moravia); Hauterivian (Poland)
P. neocomiensis (Van Straelen, 1936); Hauterivian (France)
P. miyakoensis Takeda & Fujiyama, 1983; Aptian (Japan)
P. multisquamata Via Boada, 1981; Coniacian (Navarra)
P. straeleni (Ruiz de Gaona, 1943) (= *G. alsasuensis* Van Straelen, 1944); Coniacian (Navarra)
P. ruizi (Van Straelen, 1940); Coniacian (Navarra)
P. ubaghsi (Pelseneer, 1886); Maastrichtian (The Netherlands)
Blaschke (1911); Moericke (1897); Patrulius (1960, 1966); Pelseneer (1886); Ruiz de Gaona (1943); Takeda & Fujiyama (1983); Van Straelen (1936, 1940, 1944); Via Boada (1981, 1982).

Protomunida Beurlen, 1930
P. munidoides (Segerberg, 1900); Danian (Denmark)
Collins & Jakobsen (1994); Segerberg (1900); Woodward (1900).

Spathagalathea n. gen.
S. minuta n. sp.; Priabonian (Italy)

Subfamily Munidopsinae Ortmann, 1898

Brazilomunida Martins-Neto, 2001
B. brasiliensis (Beurlen, 1965); Albian (Brasil)
Beurlen (1965); Martins-Neto (2001)

Faxegalathea Jacobsen & Collins, 1997
F. platyspinosa Jacobsen & Collins, 1997; Danian (Denmark)
Jacobsen & Collins (1997).

Gastrosacus von Meyer, 1851 (= *Galatheites* Balss, 1913)
G. carteri Van Straelen, 1924; Lusitanian (England)
G. wetzleri von Meyer, 1851; Portlandian (Germany, Moravia)
G. tuberosiformis (Lörenthey & Beurlen, 1929); Tithonian (Hungary)
G. royoi (Van Straelen, 1927); Catalonian (Spain)
Lörenthey & Beurlen (1929); Meyer (1851); Solé & Via (1989); Van Straelen (1925; 1927).

Munidopsis Whiteaves, 1874
M. foersteri Feldmann *et al.*, 1993; Campanian (Antarctica Peninsula)
M. scabrosa Feldmann & Wilson, 1988; Upper Eocene (Antarctica Peninsula)
M. sp. Karasawa, 1997; Middle Miocene (Japan)
M. sp. Takeda *et al.*, 1986; Miocene (Japan)
Feldmann *et al.* (1993); Feldmann & Wilson (1988); Karasawa (1997); Takeda *et al.* (1986); Whiteaves (1874).

Munitheites Lörenthey & Beurlen, 1929
M. palfyi Lörenthey & Beurlen, 1929; Tithonian (Hungary)
Lörenthey & Beurlen (1929).

Palaeomunidopsis Van Straelen, 1924
P. moutieri Van Straelen, 1923; Batonian (France)
Van Straelen (1925).

Family Chirostylidae Ortmann, 1892

Eumunida Smith, 1883
E. nishioi (Karasawa, 1993); Middle Miocene (Japan)
E. cfr. *E. nishioi* Kato, 1996; Middle Miocene (Japan)
E. pentacantha (Müller & Collins, 1991); Priabonian (Hungary, Italy)
E. ? Imaizumi, 1971; Miocene (Japan)
Imaizumi (1971); Karasawa (1993); Kato (1996); Müller & Collins (1991).

Pristinaspina Schweitzer & Feldmann, 2000
P. gelasina Schweitzer & Feldmann, 2000; Cenomanian-Maastrichtian (Alaska)
Schweitzer & Feldmann (2000).

Family Porcellanidae Haworth, 1825

Beripetrolisthes n. gen.
B. mulleri n. sp.; Priabonian (Italy)

Eopetrolisthes n. gen.
E. striatissimus (Müller & Collins, 1991)
Müller & Collins (1991).

Lobipetrolisthes n. gen.
L. blowi n. sp.; Priabonian (Italy)

Longoporcellana Müller & Collins, 1991
L. denticulata Müller & Collins, 1991; Priabonian (Hungary)
L. lobata n. sp.; Priabonian (Italy)
Müller & Collins (1991).

Neoraninella Hu & Tao, 1996
N. tyranna Hu & Tao, 1996; Oligocene (Taiwan)
Hu & Tao (1996).

Pachycheles Stimpson, 1858
P. latus Rathbun, 1918; Pliocene (Costa Rica)
Rathbun (1918).

Petrolisthes Stimpson, 1858
P. bittneri n. sp.; Priabonian (Italy)
P. vicetinus Beschin *et al.*, 2001; Lower Oligocene (Italy)
P. magnus Müller, 1984; Badenian (Hungary)
P. haydni Müller, 1974; Badenian (Hungary, Poland)
P. miocaenicus Karasawa, 1993; Middle Miocene (Japan)
P. sp. Karasawa, 1993; Middle Miocene (Japan)
P. lauensis Rathbun, 1945; Miocene (Vanua Mbalavu-Oneata and Lakemba Islands)
P. sp. Müller, 1984; Langhian (Spain)
P. avitus Rathbun, 1918; Pliocene (Costa Rica)
P. myakkensis Bishop & Portell, 1989; Pliocene (Florida)
P. sp., Karasawa, 2000; Pleistocene (Japan)
P. sp. Kato, 2001b; Pleistocene (Japan)
P. sp. Morris, 1993; Pleistocene (Jamaica)
Beschin *et al.* (2001); Bishop & Portell (1989); Karasawa (1993, 1997, 2000); Kato (2001b); Morris (1993); Müller (1974a, 1974b, 1984a, 1993, 1996); Rathbun (1918; 1945).

Pisidia Leach, 1820
P. dorsosinuosa n. sp.; Priabonian (Italy)
P. kokayi (Müller, 1974) (= *Porcellana kokayi*, Müller, 1974); Badenian (Hungary)
P. cfr. *P. kokayi* (Müller, 1974); Badenian (Hungary, Poland)
P. cfr. *P. viai* Müller, 1984; Badenian (Poland)
P. viai Müller, 1984; Langhian (Spain), Messinian (Greece)
P. cfr. *P. longicornis* Linnaeus, 1767; Messinian (Greece)
P. sp. Müller, 1984; Langhian (Spain)
Müller (1974a, 1974b, 1984b, 1993, 1996); Solé & Via (1989).

Polyonyx Stimpson, 1859
P. arcuatus Müller & Collins, 1991; Priabonian (Hungary)
Müller & Collins (1991).

Porcellana Lamarck, 1801
P. antiqua Milne-Edwards, 1882; Cenomanian (France)
Milne-Edwards (1882).

Porcellanoidea Hu & Tao, 1996
P. taiwanica Hu & Tao, 1996; Miocene (Taiwan)
Hu & Tao (1996).

Porcellanidae sp. A Müller & Collins, 1991; Priabonian (Hungary) – *incertae sedis*
Müller & Collins (1991).

Family Retrorsichelidae Feldmann *et al.*, 1993

Retrorsichela Feldmann *et al.*, 1993
R. laevis Feldmann *et al.*, 1993; Campanian (Antarctica Peninsula)
Feldmann *et al.* (1993).

Acknowledgments

We wish to thank the managers of Italcementi for their disponibility to preservation of study specimens. Moreover, we thank R. Lemaitre of the Department of Systematic Biology, U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institute, Washington, for the useful advice about the systematics of some fossil genera of the examined fauna, W. Blow, Department of Palaeobiology, U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institute, Washington, for permitting study of fossil and extant collections of decapod crustaceans, P. Müller, Magyar Àllami Földtani Intèzet of Budapest, provided us with some casts of very useful specimens for comparison with the examined specimens, H. Kato, Natural History Museum and Institute of Chiba, and H. Karasawa, Mizunami Fossil Museum of Mizunami for assistance in bibliographic researches. Last, we thank R. M. Feldmann, Geology Department, Kent State University and G. Teruzzi, Invertebrate Palaeontology Department, of Museo Civico di Storia Naturale di Milano for the useful advice in the draft of the manuscript, careful review and criticism of the manuscript. Photographic materials by L. Spezia.

REFERENCES

Baba K., 1969 - Four new genera with their representatives and six new spcies of the Galatheidae in the collection of the Zoological Laboratory, Kyushu University, with redefition of the genus *Galathea. OHMUO Occasional Papars of Zoological Laboratory Faculty of Agriculture Kyushu University Fukuoka*, Japan, 2 (1): 1-32.

Baba K., 1972 - A new Species of the Galatheidean Crustacea from the Ryukyu Islands (Decapoda, Anomura). *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University*, Kumamoto, 20 (1): 43-48.

Baba K., 1988 - Chirostylid and Galatheid Crustaceans (Decapoda: Anomura) of the "Albatross" Philippine Expedition, 1907-1910. *Researches on Crustacea*, Tokyo, 2: 1-203.

Bachmayer F., 1945 - Die Crustaceen aus dem Ernstbrunner Kalk der Jura-Klippenzone zwischen Donau und Thaya. *Jahrbuch Geologische*, Wien, 1: 35-43.

Bachmayer F., 1950 - Neue Dekapoden aus dem österreichischen Tertiär. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, Wien, 57: 133-140.

Bachmayer F., 1953 - Die Dekapodenfauna des tortonischen Leithakalkes von Deutsch-Altenburg (Niederosterreich). *Mitteilungen der geologischen Gesellschaft*, Wien, 44: 237-262.

Beschin C., Busulini A., De Angeli A. & Tessier G., 1985 - Il genere *Micromaia* Bittner (Crustacea, Decapoda) nel Terziario dell'area dei Berici e dei Lessini con descrizione di tre nuove specie. *Lavori Società veneziana Scienze naturali*, Venezia, 10: 97-119.

Beschin C., Busulini A., De Angeli A., Tessier G. & Ungaro S., 2000 - The fauna of the Gecchelina Quarry at Monte di Malo (Vicenza – Northern Italy): a preliminary study. *Extended abstracts – Studi e Ricerche, Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 2000: 7-10.

Beschin C., De Angeli A. & Checchi A., 2001 - Crostacei decapodi associati a coralli della "Formazione di Castelgomberto" (Oligocene inferiore) (Vicenza – Italia Settentrionale). *Studi e Ricerche, Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 2001: 13-30.

Beurlen K., 1930 - Vergleichende Stammesgeschichte Grundlagen, Methoden, Probleme unter besonderer Berücksichtigung der höheren Krebse. *Fortschritte Geologie und Palaeontologie*, Berlin, 8: 317-586.

Beurlen K., 1965 - Crustáceos Decápodes na Formação Riachuelo (Cretáceo, Sergipe). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 37 (2): 207-272.

Bishop G. A., 1985 - A new crab, *Eomunidopsis cobbani* n. sp. (Crustacea, Decapoda), from the Pierre Shale (Early Maastrichtian) of Colorado. *Journal of Paleontology*, Lawrence, 59 (3): 601-604.

Bishop G. A. & Portell R W., 1989 – Pliocene crab-sea star association from Southwest Florida. *Journal of Crustacean Biology*, 9(3): 453-458.

Blaschke F., 1911 - Zur Tithonfauna von Stramberg in Mähren. *Annalen Naturhistorischen Hofmuseums*, Wien, 25: 143-221.

Collins J. S. H. & Rasmussen H. W., 1992 - Upper Cretaceous – Lower Tertiary decapod crustaceans from West Greenland. *Bulletin Grønlands geologiske Undersøgelse*, 162: 1-46.

Collins J. S. H. & Jakobsen S. L., 1994 - A Synopsis of the Biostratigraphic Distribution of the Crab Genera (Crustacea, Decapoda) of the Danian (Palaeocene) of Denmark and Sweden. *Bulletin Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 21: 35-46.

Collins J. S. H., Fraaye R. H. B. & Jagt J. W. H., 1995 - Late Cretaceous anomurans and brachyurans from the Maastrichtian type area. *Acta Palaeontologica Polonica*, Warszawa, 40 (2): 165-210.

De Angeli A., 1998 - Gli Albuneidae (Crustacea, Hippoidea) del Terziario vicentino (Italia settentrionale). *Studi e Ricerche – Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 1998: 17-20.

De Angeli A. & Beschin C., 1999 - I crostacei Matutinae (Brachyura, Calappidae) dell'Eocene del Veneto (Italia settentrionale). *Studi e Ricerche – Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 1999: 11-22.

De Angeli A. & Beschin C., 2000 - Due nuove specie di *Eopalicus* (Decapoda, Palicidae) nel Terziario del Veneto (Italia settentrionale). *Studi e Ricerche – Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 2000: 7-12.

De Angeli A. & Beschin C., 2001 - I Crostacei fossili del Territorio Vicentino. *Natura Vicentina*, Vicenza, 5: 5-54.

De Angeli A. & Messina V., 1997 - *Galathea weinfurteri* Bachmayer, 1950 (Crustacea, Anomura) nell'Oligocene di Perarolo – (Vicenza, Nord Italia). *Studi e Ricerche – Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 1997: 17-21.

Di Salvo G., 1933 - I crostacei del Terziario inferiore della Provincia di Palermo. *Giornale di Scienze Naturali ed Economiche*, Palermo, Memoria 3 (37): 1-45.

Fabiani R., 1910 - I crostacei terziari del Vicentino. *Bollettino del Museo di Vicenza*, Vicenza, 1 (1): 29-45.

Fabiani R., 1915 - Il Paleogene del Veneto. *Memorie dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova*, Padova, 3: 1-336.

Fabiani R., 1920. La Regione del Pasubio (Bacini del Leogra, del Timonchio e del Posina e parti superiori del Leno di Vallarsa e del Leno di Terragnolo). *Ufficio Idrografico Regio Magistrato delle Acque*, Venezia, 110: 1-100.

Feldmann R. M., 1992 - Systematic and stratigraphic review with catalogue and locality index of the Mesozoic and Cenozoic decapod crustacea of New Zealand. *New Zealand Geological Survey*, Lower Hutt, 45: 1-73.

Feldmann R. M., Tshudy D. M. & Thomson M. R. A., 1993 - Late Cretaceous and Paleocene crustaceans from James Ross Basin, Antarctic Peninsula. *Journal of Paleontology*, Lawrence, Memoir 28, 67 (1): 1-41.

Feldmann R. M. & Wilson M. T., 1988 - Eocene decapod crustaceans from Antarctica. *Geological Society America*, New York, 169: 465-488.

Fischer-Benzon R. von, 1866 - Ueber das relativ Alter des Faxoe-Kalkes und über die in demselben vorkommenden Anomuren und Brachyuren. *Schweis'sche Buchhandlung*, Kiel.

Fraaye R. H. B. & Collins J. S. H., 1996 - Two new decapod crustaceans from the Portlandian of Dorset, England. *Proceedings of the Geologists' Association*, 107: 323-326.

Georgiades-Dikeoulia E. & Müller P., 1984 - Palaeoecology of a Messinian dolomite from Iraklion (Greece), with the description of a new crab species. *Annales géologiques Pays helléniques*, Athens, 32: 237-244.

Glaessner M., 1928 - Die Dekapodenfaunades österreichischen Jungtertiärs. *Jahrbuch Geologische Bundesanstein Wien*, Wien, 78: 161-219.

Glassell S. A., 1936 - New porcellanids and pinnotherids from Tropical North American waters. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, San Diego, VIII (21): 277-304.

Gore R. H. & Abele L. G., 1976 – Shallow water porcelain crabs from the Pacific Coast of Panama and adjacent Caribbean waters (Crustacea: Anomura: Porcellanidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, Washington, 237: 1-30.

Gripp K., 1927 - Beiträge zur Geologie von Spitzbergen. *Abhandlungen Naturwissenschaften Verein Hamburg*, Hamburg, 21 (3, 4): 1-38.

Hägg R. A., 1925 - A new Tertiary Fauna from Spitzbergen. *Bulletin Geological Institute Upsala*, Upsala, 20: 39-55.

Haig J., 1956 - The Galatheidea (Crustacea, Anomura) of the Allan Hancock Atlantic Expedition with a review of the Porcellanidae of the Western North Atlantic. *The University of Southern California Publications, Allan Hancock Atlantic Expedition*, Los Angeles, 8: 1-43.

Haig J., 1960 - The Porcellanidae (Crustacea, Anomura) of the Eastern Pacific. *The University of Southern California Publications, Allan Hancock Atlantic Expedition*, Los Angeles, 24: 1-440.

Haig J., 1965 - The Porcellanidae (Crustacea, Anomura) of Western Australia with descriptions of four new Asutralian species. *Journal Proceedings of Royal Society Western Australia*, 48: 97-118.

Haig J., 1978 - Contribution toward a revision of the porcellanid genus *Porcellana* (Crustacea: Decapoda: Anomura). *Proceedings of Biological Society of Washington*, Washington, 91: 706-714.

Haig J., 1980 – Porcellanid crabs from the Indo-West Pacific, part III. *Steenstrupia*, Copenhagen, 7 (12): 269-291.

Houša V., 1963 - Parasites of Tithonian decapod crustaceans (Stramberk, Moravia). *Sbornik Ústředniho ústavu Geologickeho*, Praha, 2: 101-114.

Hu C.-H. & Tao H.-J., 1996 - Crustaceans fossils of Taiwan. Printed by the *Ta-Jen Printers*, Ltd., Taipei, Taiwan.

Karasawa H., 1993 - Cenezoic Decapod Crustacea from Southwest Japan. *Bulletin Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 20: 1-92.

Karasawa H., 1997 - A monograph of Cenozoic Stomatopod, Decapod, Isopod and Amphopod Crustacea from West Japan. *Monograph Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 8: 1-81.

Karawasa H., 2000 - Coral-associated decapod Crustacea from the Pliocene Daito Limestone Formation and Pleistocene Ryukyu Group, Ryukyu Islands, Japan. *Bulletin Miznnami Fossil Museum*, Mizunami, 27: 167-189.

Karasawa H. & Hayakawa H., 2000 - Additions to Cretaceous decapod crustaceans from Hokkaido, Japan – Part 1. Nephropidae, Micheleidae and Galatheidae. *Palaeontological Research*, Tokyo, 4 (2): 139-145.

Kato H., 1996 - Miocene decapod crustacea from the Chichibu Basin, Central Japan. *Transaction Proceedings Palaeontological Society Japan*, Tokyo, 183: 500-521.

Kato H., 2001a - Fossil decapod Crustacea from the Miocene Tomioka Group, Gunma Prefecture, Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, Gunma, 5: 9-18.

Kato H., 2001b - Fossil Decapod Assemblage from the Pleistocene Kiyokawa and Kioroshi Formations, Shimosa Group, Central Japan. *Journal Natural History Musuem Institute Chiba*, Chiba, Special Issue, 4: 37-48.

Imaizumi R., 1971 - Preliminary report on fossil *Eumunida* (?). Researches on Crustacea, 4, 5, *Carcinological Society of Japan*.

Jakobsen S. L. & Collins J. S. H., 1997 - New Middle Danian species of anomuran and brachyuran crabs from Fakse, Denmark. *Bulletin Geological Society Denmark*, Copenhagen, 44: 89-100.

Leach W. E., 1815. Malacostraca Podophthalmata Britanniae or descriptions of such British species of the Linnean genus *Cancer* as have their eyes elevated footstalkes. London.

Lörenthey I. E., 1901 - "Andorina" és "Darányia" két új ráknem Magyarországból. *Mathematikai Természettudomanyi Közlemények, vonatkozólag hazia viszonyokra*, Budapest, 28 (5): 831-838.

Lörenthey I. E., 1902 - Neuere Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns. *Mathematische naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*, Budapest, 27: 98-120.

Lörenthey I. E., 1909 - Beiträge zur Tertiären Dekapodenfauna Sardiniens. *Mathematische Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*, Budapest, 24: 202-259.

Lörenthey I. E. & Beurlen K., 1929 - Die fossilen Dekapoden der Länder der Ungarischen Krone. *Mathematische naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*, Budapest, 3: 1-420.

Martins-Neto R. G., 2001 - Review of some crustacea (Isopoda and Decapoda) from brazilian deposists (Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic) with descriptions of new taxa. *Acta Geologica Leopoldensia*, XXIV: 237-254.

Masini F., Sala B. & Vorlicek P. A., 1995 - Late Villafranchiano mammals from a karst fissure at Alonte (Berici Hills, Vicenza, Northern Italy). *Il Quaternario*, Roma, 8 (2): 443-448.

Meyer H. von, 1851 - Beschreibung der fossilen Decapoden, Fische, Batrachier und Säugetiere aus den tertiären Süsswassergebilden des nördlichen Böhmens. *Palaeontographica*, Stuttgart, 2: 43-73.

Milne-Edwards A., 1882 - Note sur un Crustacée du terrein crétacique appartement au genre *Porcellana*. *Annales Science Géologie*, Paris, 12.

Miyake S., 1942 - Studies of the Decapod Crustaceans of Micronesia III. Porcellanidae. *Palao Tropical Biological Station Studies*, II (3): 329-379.

Miyake S., 1943 - Studies on the crab-shaped Anomura of Nippon and Adjacent Waters. *Journal of the Department of Agriculture*, Kyusyu Imperial Univeristy, 7 (3): 49-158.

Moericke W., 1897 - Die Crustaceen der stramberger Schichten. *Palaeontographica*, Stuttgart, supplement 2: 43-72.

Moissette P. & Müller P., 1990 – Crustacés Décapodes des Faciès Marno-Diatomitiques du Messinien d'Oranie (Algérie Occidentale). *Géobios*, Lyon, 23(6): 737-747.

Morris S.F., 1993 – The fossil arthropods of Jamaica. *Geological Society of America*, 182: 115-124.

Müller P., 1974a - Decapoda (Crustacea) fauna a budapesti miocénbol 1. Faune de Décapodes (Crustacés) du Miocène de Budapest. *Földtani Közlöny*, Budapest, 102 (2): 119-132.

Müller P., 1974b - Decapoda (Crustacea) fauna a budapesti miocénbol 2. Faune de Décapodes (Crustacés) du Miocène de Budapest. *Földtani Közlöny*, Budapest, 102 (3): 275-287.

Müller P., 1976 - Trapezia (Crustacea, Decapoda) a magyar eocénbol és miocénbol. Trapezia (Crustacea, Decapoda) dans l'Eocène et le Miocène de Hongrie. *Földtani Közlöny*, Budapest, 105 (4): 516-523.

Müller P., 1979 - Decapoda (Crustacea) fauna a budapesti miocénbol 5. Faune de Décapodes (Crustacés) dans le Miocène de Budapest. *Földtani Közlöny*, Budapest, 108 (3): 272-312.

Müller P., 1984a - Decapod Crustacea of the Badenian. *Geologica Hungarica*, Budapest, ser. Pal., 42: 1-317.

Müller P., 1984b - Messianian and older decapods from the Mediterranean with description of two new species. *Annales géologiques Pays helléniques*, Athens, 32: 25-34.

Müller P., 1993 - Neogene Decapod Crustaceans from Catalonia. *Scripta Musei Geologici Seminarii Barcinonensis*, Barcelona, 225: 1-39.

Müller P., 1996 - Middle Miocene decapod Crustacea from southern Poland. *Prace Muzeum Ziemi*, Warszawa, 43: 4-15.

Müller P. & Collins J. S. H., 1991 - Late Eocene coral-associated decapods (Crustacea) from Hungary. *Contribution Tertiary Quaternary Geology*, Leiden, 28 (2-3): 47-92.

Ng P. K. L. & Nakasone Y., 1994 - On the Porcelanid genera *Raphidopus* Stimpson, 1858, and *Pseudoporcellanella* Sankarankutty, 1961, with description of a new mangrove species, *Raphidopus johsoni* from Singapore (Decapoda, Anomura). *Crustaceana*, Leiden, 66 (1): 1-21.

Patrulius D., 1960 - Contributions à la systématique des Décapodes néojurassiques. *Revue Géologique Géographique Academie*, Bucarest, 3/2: 249-257.

Patrulius D., 1966 - Les Décapodes du Tithonique inférieur de Wozniki (Carpates polonaises occidentales). *Annales Société Géologique Pologne*, Kracow, 36: 495-517.

Pelseneer P., 1886 - Notice sur les crustcés décapodes du Maestrichtien du Limbourg. *Bulletin Musée royal Histoire naturelle Belgique*, Bruxelles, 4: 161-175.

Rathbun M. J., 1918 - Decapod Crustaceans from the Panama Region. *Smithsonian Institution Bulletin*, Washington, 103: 123-184.

Rathbun M. J., 1945 - Decapod Crustacea. In: Ladd H. S. & Hoffmeister J. E. Geology of Lau, Fiji.

Remes M., 1895 - Beitrage zur Kenntnis der Crustaceen der stramberger Schichten. *Bulletin International Academie Scientiphique Bohème*, Praha, 2: 200-204.

Ristori G., 1886 - I crostacei brachiuri e anomuri del Pliocene italiano. *Bollettino Società Geologica Italiana*, Roma, 5: 93-128.

Ruiz de Gaona R. P., 1943 - Note sobre crustáceos decápodos de la cantera del monte Orobe (Alsasua). *Boletín de la Real Sociedad Española Historia Natural*, Madrid, 40: 425-433.

Schweitzer C. E. & Feldmann R. M., 2000 - First notice of the Chirostylidae (Decapoda) in the fossil record and new Tertiary Galatheidae (Decapoda) from the Americas. *Bulletin Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 27 (2000): 155-173.

Segerberg K. O., 1900 - De anomura och brachyura dekapoderna inom Skandinaviens Yngre krita. *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlinger*, Stockholm, 22: 347-390.

Solé J. & Via L., 1989 - Crustacis Decàpodes fòssils dels Països Catalans. *Batalleria*, Barcelona, 2 (1988): 23-42.

Stenzel H. B., 1945 - Decapod crustaceans from the Cretaceous of Texas. *Bulletin of the University of Texas Bureau of economic Geology and Technology*, Austin, 4401: 401-476.

Takeda M. & Fujiyama I., 1983 - Three decapod crustaceans from the Lower Cretaceous Miyako Group, Northern Japan. *Bulletin Natural Scientific Museum*, Tokyo, Ser. C, 9 (4): 129-136.

Takeda M., Mizuno Y. & Yamaoka M., 1986 - Some fossil crustaceans from the Miocene Morozaki Group in the Chita Peninsula, Central Japan. *Tokai Fossil Society*, Nagoya, 28: 12-22.

Ungaro S., 1978 - L'Oligocene dei Colli Berici. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Milano, 84 (1): 199-278.

Van Straelen V., 1925 - Contribution a l'étude des crustacés décapodes de la période Jurassique. *Académie Royale Belgique*, Bruxelles, 7 (1): 1-462.

Van Straelen V., 1927 - Contribution à l'étude des Crustacés décapodes fossiles de la Péninsule Ibérique. *Eos - Revista Espanôla de Entomología*, Barcelona, 3 (1): 79-94.

Van Straelen V., 1936 - Crustacés Décapodes nouveaux ou peu connus de l'époque crétacique. *Bulletin Musée royal Histoire naturelle Belgique*, Bruxelles, 12: 1-50.

Van Straelen V., 1940 - Crustacés décapodes nouveaux du Crétacique de la Navarre. *Bulletin Musée royal Histoire naturelle Belgique*, Bruxelles, 16 (4): 1-5.

Van Straelen V., 1944 - Anomoure et brachyures du Cénomanien de la Navarre. *Bulletin Musée royal Histoire naturelle Belgique*, Bruxelles, 20 (25): 1-12.
Via Boada L., 1981 - Les Crustacés Decapodes du Cénomanien de Navarra (Espagne): Premiers resultats de l'étude des Galatheidae. *Géobios*, Lyon, 14 (2): 247-251.
Via Boada L., 1982 - Les Galatheidae du Cénomanien de Navarra (Espagne). *Annales de Paléontologie*, Paris, 68 (2): 107-131.
Vicariotto G. & Beschin C., 1994 - *Galathea weinfurteri* Bachmayer, 1950 nell'Oligocene dei Monti Berici (Italia Settentrionale) (Crustacea, Anomura). *Studi e Ricerche – Associazione Amici Museo, Museo Civico "G. Zannato"*, Montecchio Maggiore (Vicenza), 1994: 5-11.
Whiteaves J. F., 1874 - On recent deep-sea dredging operations in the Gulf of St. Lawrence. *American Journal Science*, series 3, 7: 210-219.
Woodward H., 1900 - On some crustacea collected by Miss Caroline Birley and Miss L. Copland from the Upper Cretaceous of Faxe, Denmark. *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlinger*, Stockholm, 2: 486-500.

Antonio De Angeli - Associazione Amici Museo Zannato, Piazza Marconi 15, 36075 Montecchio Maggiore (VI), Italy.
e-mail:antonio_deangeli@virgilio.it
Alessandro Garassino - Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italy.
e-mail:a.garassino@tin.it

Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the Eocene and Oligocene of Vicenza (N Italy)
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXX – Fascicolo III

1

2

3

4

Plate I – 1) *Galathea berica* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2186 (x10); 2) *Galathea berica* n. sp., n. cat. MCZ 2187 (x7.5); 3) *Galathea valmaranensis* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2228 (x11); 4) *Galathea valmaranensis* n. sp., n. cat. MCZ 2230 (x7.5).

1

2

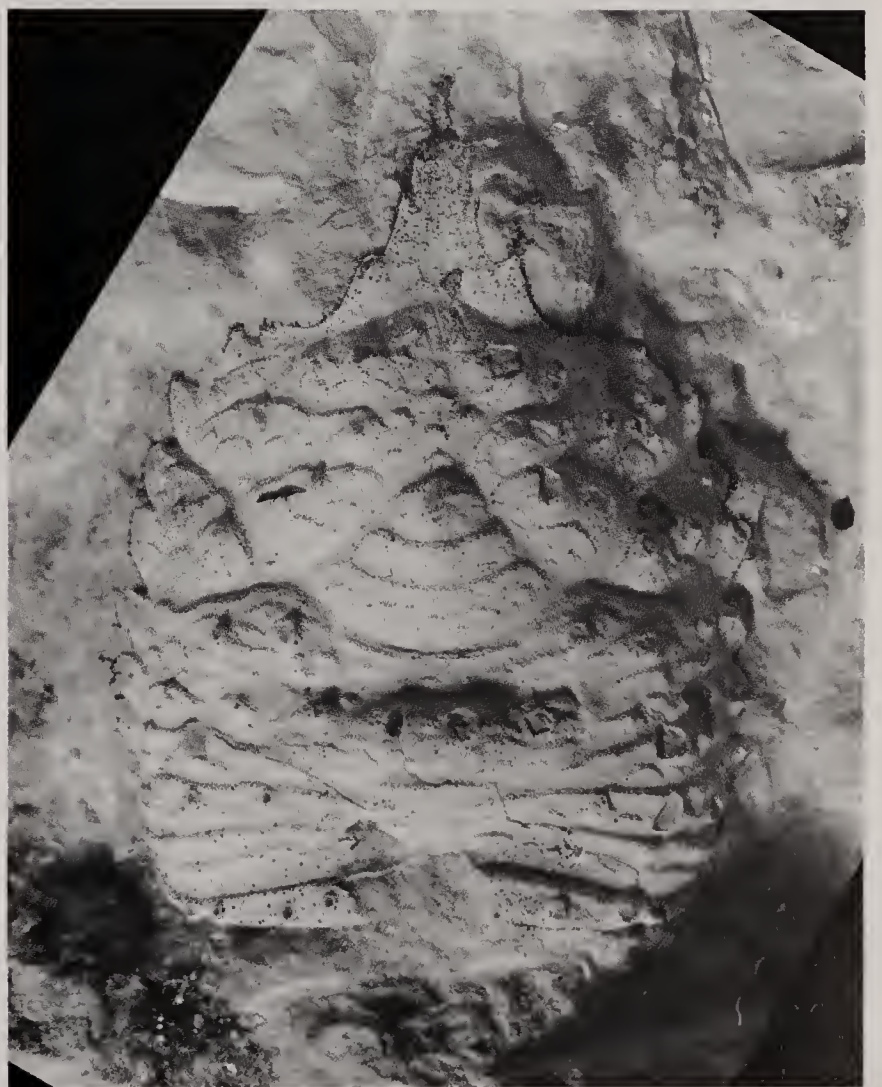
3

4

Plate II – 1) *Galathea valmaranensis* n. sp., n. cat. MCZ 2231 (x9); 2) *Galathea* cfr. *weinfurteri* Bachmayer, 1950, n. cat. MCZ 2229 (x16); 3) *Galathea* cfr. *weinfurteri* Bachmayer, 1950, n. cat. MCZ 2234 (x14); 4) *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2176 (x6.8).

1

2

3

4

Plate III – 1) *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2175 (x9.5); 2) *Acanthogalathea parva* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2177 (x7.1); 3) *Acanthogalathea feldmanni* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2178 (x8.1); 4) *Acanthogalathea feldmanni* n. sp., n. cat. MCZ 2188 (x6.4).

1

2

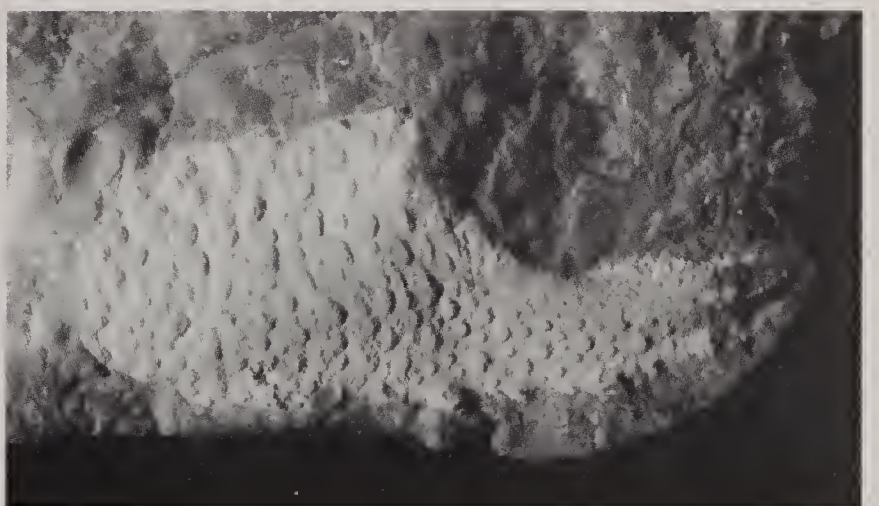
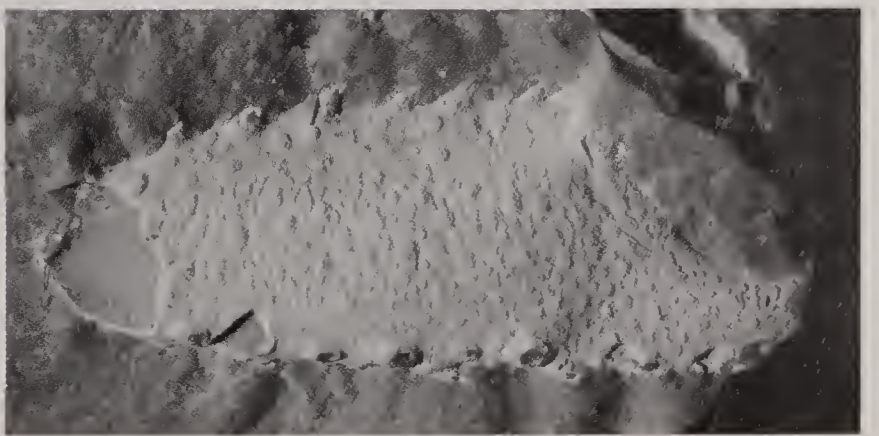
3

4

5

Plate IV – 1) *Lessinigalathea regale* n. gen., n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2246 (x6.4); 2) *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, n. cat. MCZ 2236 (x5.7); 3) *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, n. cat. MCZ 2237 (x4.5); 4) *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, propodus, n. cat. MCZ 2241 (x5.2); 5) *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, propodus, n. cat. MCZ 2242 (x4.5).

1

2

3

4

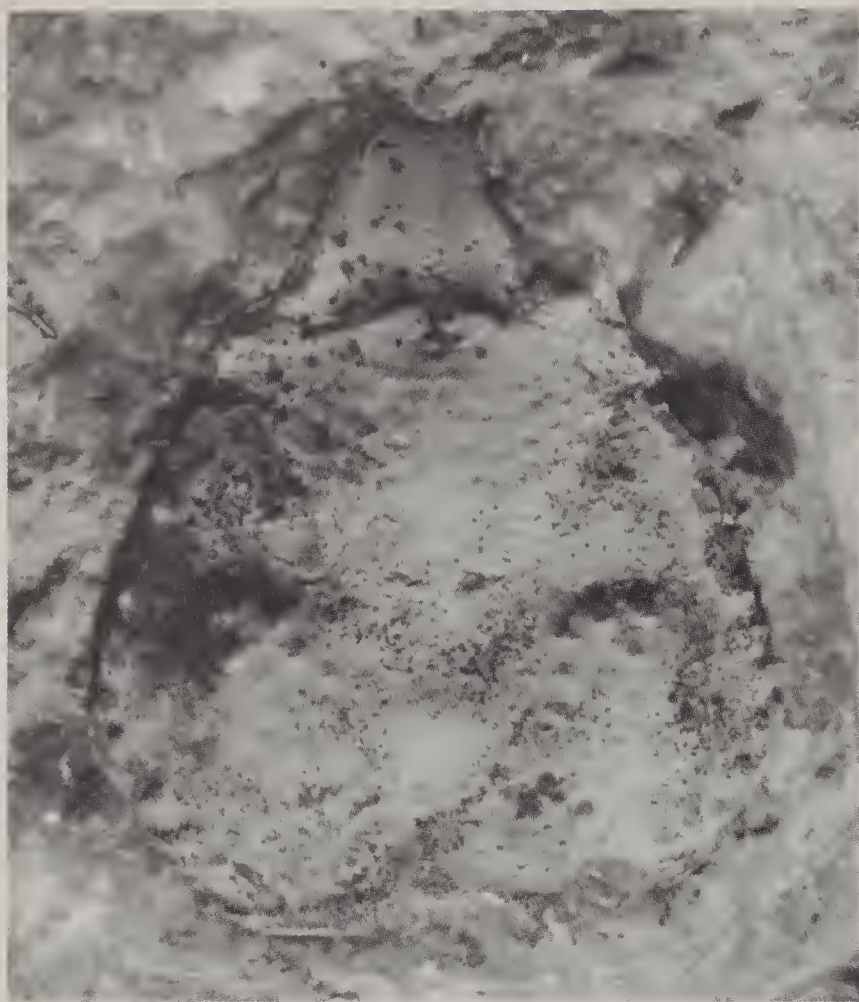
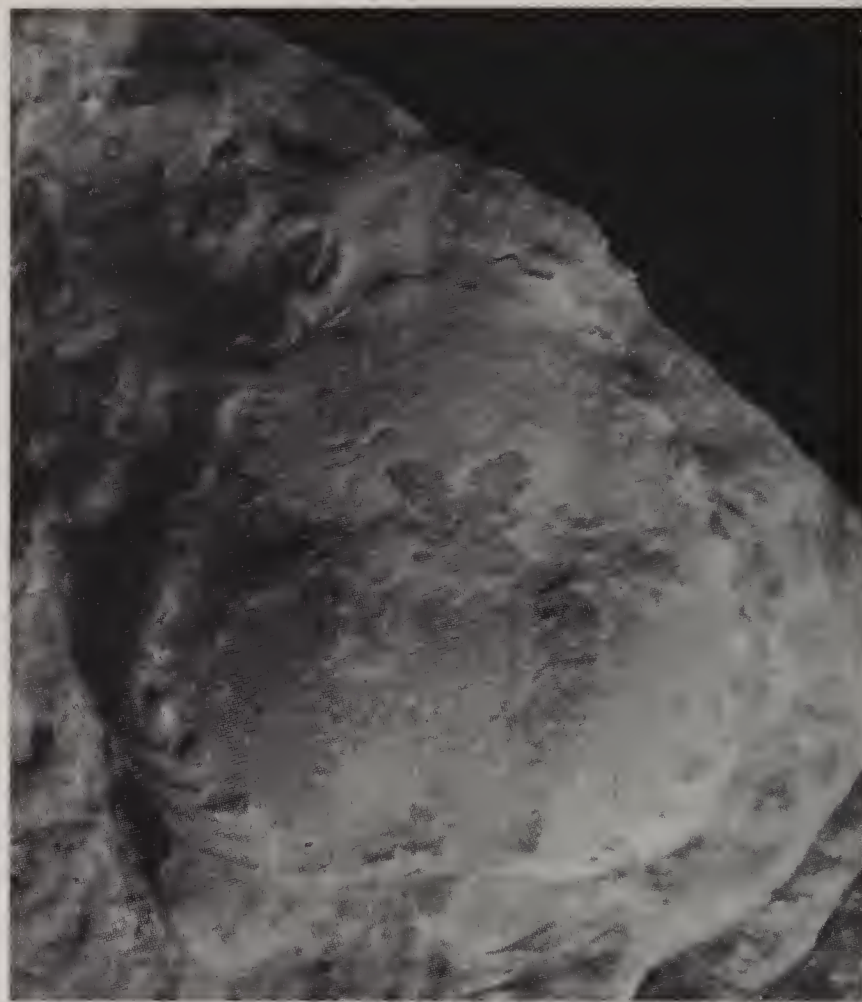
Plate V – 1) *Palaeomunida defecta* Lörenthey, 1901, n. cat. MCZ 2238 (x4.6); 2) *Palaeomunida multicristata* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2184 (x7.5); 3) *Palaeomunida multicristata* n. sp., n. cat. MCZ 2181 (x7.3); 4) *Palaeomunida multicristata* n. sp., n. cat. MCZ 2222 (x8).

1

2

3

4

Plate VI – 1) *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2192 (x26); 2) *Spathagalathea minuta* n. gen., n. sp., n. cat. MCZ 2191 (x24); 3) *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2169 (x15); 4) *Eumunida pentacantha* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2168 (x9).

1

2

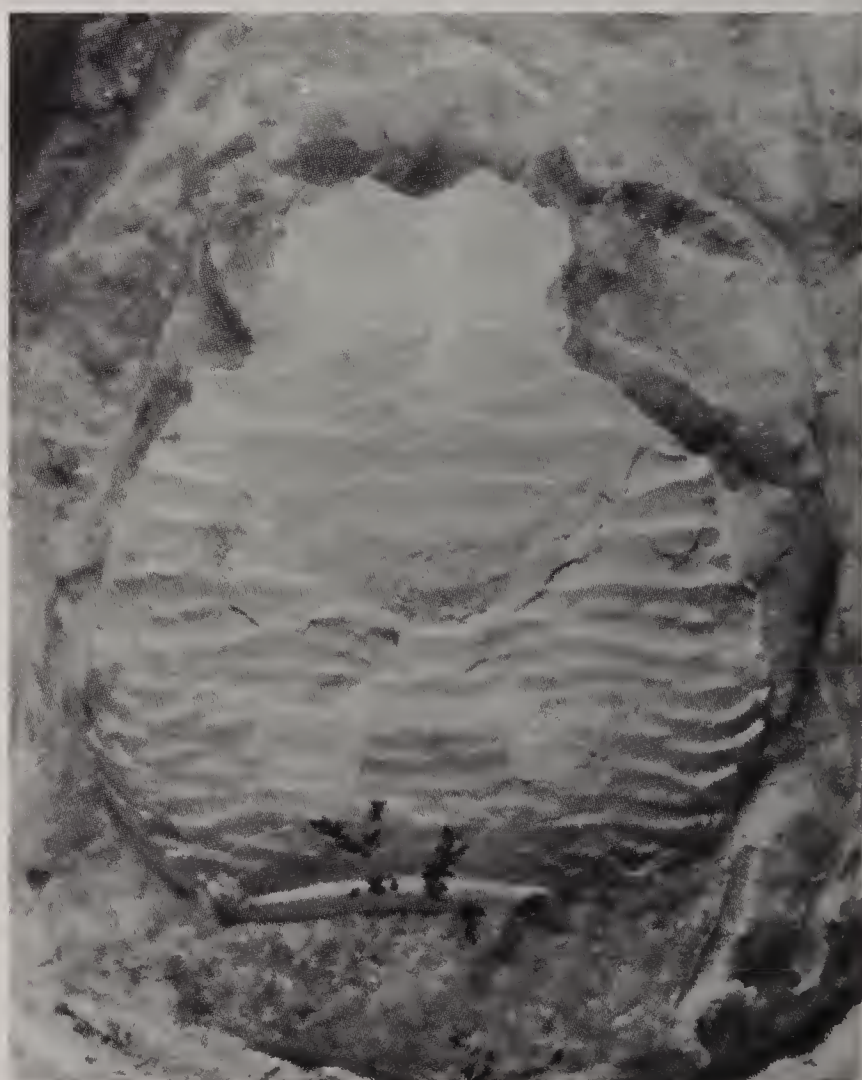
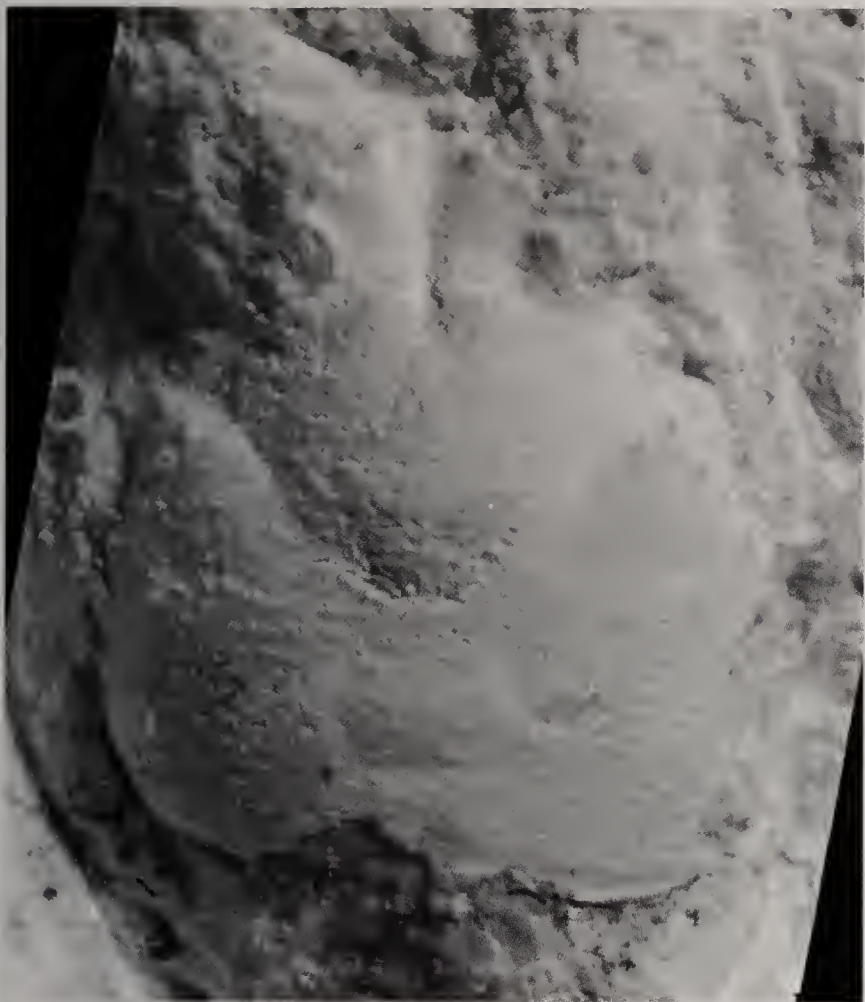
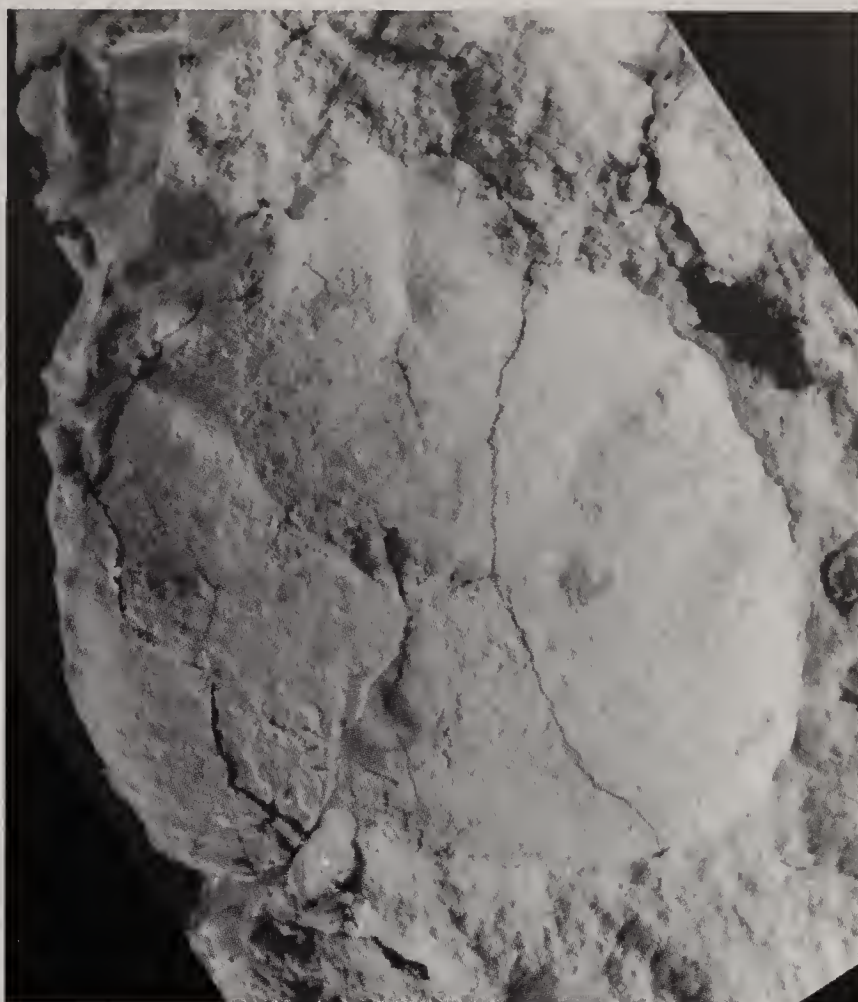
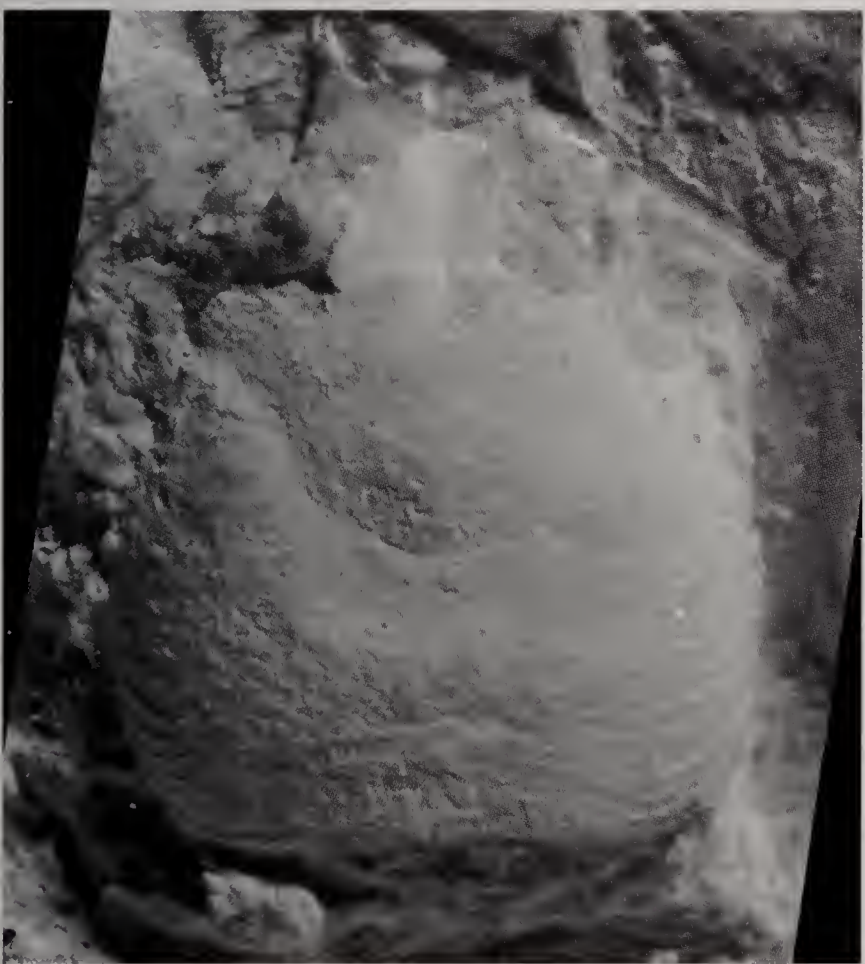
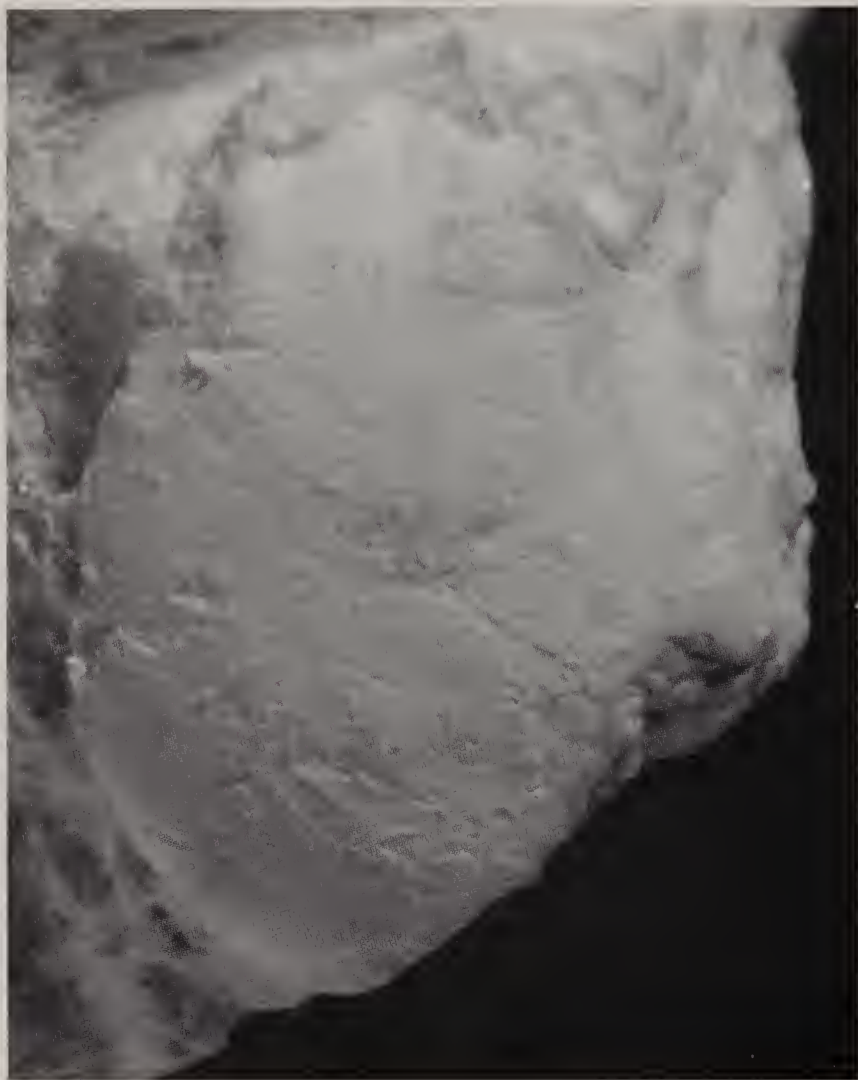
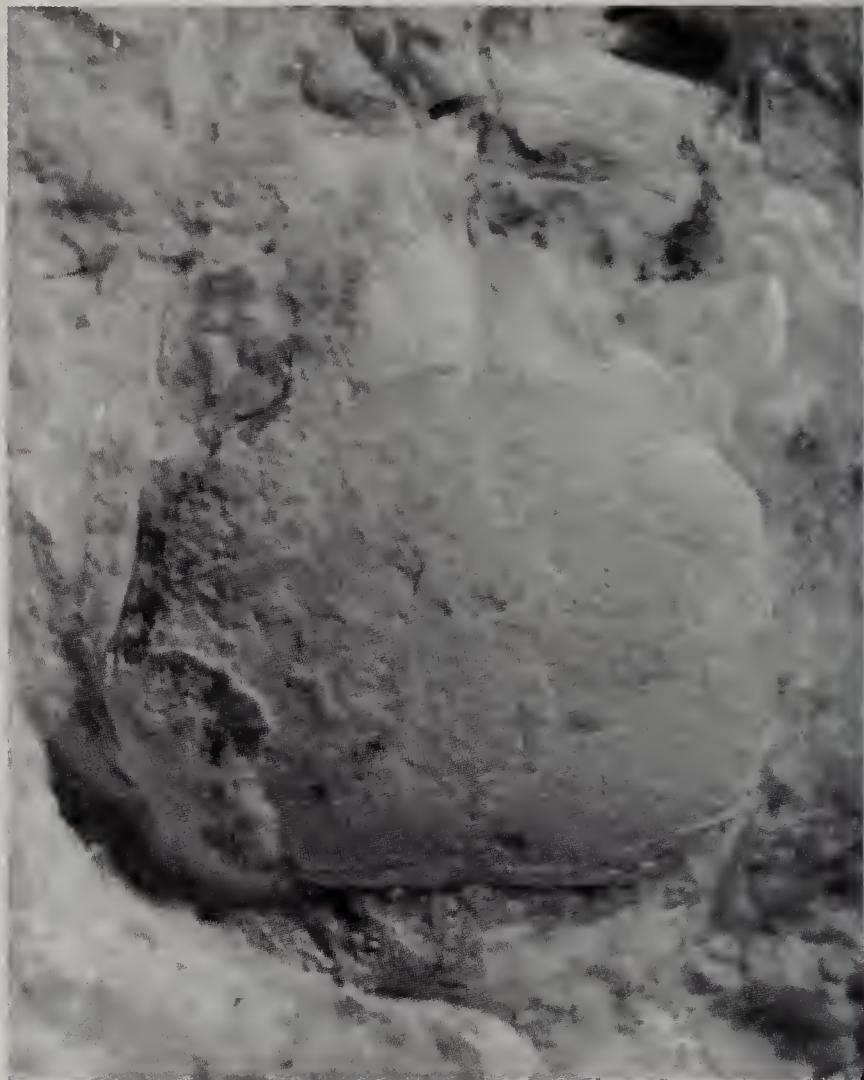
3

4

Plate VII – 1) *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2216 (x9.7); 2) *Beripetrolisthes mulleri* n. gen., n. sp., n. cat. MCZ 2204 (x8.9); 3) *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2198 (x19); 4) *Eopetrolisthes striatissimus* (Müller & Collins, 1991), n. cat. MCZ 2199 (x13).

1

2

3

4

Plate VIII – 1) *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2226 (x10); 2) *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., n. cat. MCZ 2224 (x8.7); 3) *Lobipetrolisthes blowi* n. gen., n. sp., n. cat. MCZ 2253 (x9.4); 4) *Longoporcellana lobata* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2250 (x13).

1

2

3

4

Plate IX – 1) *Longoporcellana lobata* n. sp., n. cat. MCZ 2251 (x13.5); 2) *Petrolisthes bittneri* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2243 (x13.5); 3) *Petrolisthes vicetinus* Beschin, De Angeli & Checchi, 2001, n. cat. MCZ 2244 (x14); 4) *Pisidia dorsosinuosa* n. sp., holotype, n. cat. MCZ 2210 (x18).

Volume XIV

I - VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*

II - PINNA G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*

III - DIENI I., MASSARI F. e MONTANARI L., 1966 - Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - CARETTO P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*

II - DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*

III - BARBIERI F., IACCARINO S., BARBIERI F. & PETRUCCI F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano. *pp. 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - CARETTO P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*

II - SACCHI VIALLI G. e CANTALUPPI G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128, 30 figg., 8 tavv.*

III - PIGORINI B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - PINNA G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* e *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*

II - VENZO S. & PELOSIO G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*

III - PELOSIO G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella.* Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - PINNA G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*

II - MONTANARI L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*

III - PETRUCCI F., BORTOLAMI G. C. & DAL PIAZ G. V., 1970 - Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - CANTALUPPI G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee - Loro successione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafici e sistematici. *pp. 5-46, con 2 tabelle nel testo.*

II - PINNA G. & LEVI-SETTI F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provincia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*

III - PELOSIO G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia) - I. Fauna del «calcare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O., 1971 - La cultura di Remedello. Problematica ed ergologia di una facies dell'Eneolitico Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*

II - PETRUCCI F. 1972 -Il bacino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*

III - CERETTI E & POLUZZI A., 1973 - Briozoi della biocalcarenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - PINNA G., 1974 - I crostacei della fauna triassica di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*

III - BRAMBILLA G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O. & CALEGARI G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriche italiane. Problematica, schede, iconografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*

II - PINNA G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civico di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*

III - BIANCOTTI A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f. t.*

Volume XXIII

I - GIACOBINI G., CALEGARI G. & PINNA G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematica di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*

III - ROSSI F., 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marchigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - PINNA G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus,* lepidosauro triassico del sottordine *Lacertilia. pp. 7-28, 12 figg., 2 tavv.*

II - NOSOTTI S., PINNA G., 1989 - Storia delle ricerche e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg., 12 tavv.*

Volume XXV

I - CALEGARI G., 1989 - Le incisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*

II - PINNA G. & NOSOTTI S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoecologia del rettile placodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*

III - CALDARA R., 1990 - Revisione Tassonomica delle specie paleartiche del genere *Tychius* Germar (Coleoptera Curculionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - PINNA G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*

II - CALEGARI G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556. 647 figg.*

III - ANDRI E. e ROSSI F., 1993 - Genesi ed evoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera moderne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - PINNA G. & GHISELIN M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematic Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figg.*

II - LEONARDI C. & SASSI D. a cura di, 1997 - Studi geobotanici ed entomofaunistici nel Parco Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266.*

Volume XXVIII

I - BANFI E. & GALASSO G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi cambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388.*

Volume XXIX

I - CALEGARI G., 1999 – L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografica. *pp. 1-174.*

Volume XXX

I - PEZZOTTA F. edited by, 2000 – Mineralogy and petrology of shallow depth pegmatites. Paper from the First International Workshop. *pp. 1-117.*

II - PARISI B., FRANCHINO A. & BERTI A. con la collaborazione di POTENZA B. & RUBINI D., 2000 – La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 – 2000. Percorsi storici. *pp. 1-163.*